ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№ 6 (136)

АЛМАТЫ 2019 ДЕКАБРЬ

ISSN 1680-9211

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
Б.К. Кенжалиев **– проректор по науке**

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

З.С. Абишева- акад. НАНРК, Л.Б. Атымтаева, Ж.Ж. Байгунчеков- акад. НАНРК, А.Б. Байбатша, А.О. Байконурова, В.И. Волчихин (Россия), К. Дребенштед (Германия), Г.Ж. Жолтаев, Г.Ж. Елигбаева, Р.М. Искаков, С.Е. Кудайбергенов, Б.У. Куспангалиев, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, А.Р. Сейткулов, Фатхи Хабаши (Канада), Бражендра Мишра (США), Корби Андерсон (США), В.А. Гольцев (Россия), В. Ю. Коровин (Украина), М.Г. Мустафин (Россия), Фан Хуаан (Швеция), Х.П. Цинке (Германия), Е.М. Шайхутдинов-акад. НАНРК, Т.А. Чепуштанова

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 609, тел. 292-63-46
Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2019

МРНТИ 87.26.27.

[1]A.B. Atygayev [1] G.A. Mukanova, [1]N.V. Voronova, [1] A.A. Urymbayeva, [2] A. O. Bimaganbetova
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: killjeden92@gmail.com, [2]RSE «SRC Garysh-Ekologiya»,
Almaty, Republic of Kazakhstan)

STUDY OF FEATURES OF FORMATION AND ACCUMULATION OF ROCKET FUEL COMPONENTS IN PLANTS

Abstract. The article provides a brief overview of current trends in the study of the impact of space activities on the environment. The main toxicants are UDMH and its transformation products: nitrosodimethylamine, dimethylamine, tetramethyltetrazene. Space activities accompanied by an increase in environmental danger and damage to people and nature, mass violations of environmental rights of citizens. The release of propellant components into the environment contributes to the formation of both extensive regional and local biochemical surface anomalies. The results of studies on the behavior of propellant components in the natural landscapes of the areas of falling of the separating parts of the launch vehicles are considered. Summarizes the results for the formation and accumulation of UDMH plants on the ground drops. The results of the study of the distribution of UDMH in plants presented.

Key words: asymmetric dimethylhydrazine, dimethylamine, tetramethyltetrazene, rocket and space activities, rocket fuel, soil pollution, formation and accumulation of UDMH.

[1] А.Б. Атыгаев, [1] Г.А. Муканова, [1] Н.В. Воронова, [1] А.А. Урымбаева, [2]А.О. Бимаганбетова
([1]КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: killjeden92@gmail.com, [2]РГП «НИЦ Ғарыш-Экология»,
Алматы, Республика Казахстан)

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ И АККУМУЛЯЦИИ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА В РАСТЕНИЯХ

В статье приведен краткий обзор актуальных направлений изучение воздействие ракетно-космической деятельности на окружающую среду. Главными токсикантами являются НДМГ и продукты его трансформации: нитрозодиметиламин, диметиламин, тетраметилтетразен. Космическая деятельность сопровождается ростом экологической опасности и ущерба для людей и природы. Попадание компонентов ракетного топлива в окружающую среду способствует образованию как обширных региональных, так и локальных биохимических поверхностных аномалий. Рассмотрены результаты исследований по изучению поведения компонентов ракетного топлива в природных ландшафтах районов падения отделяющихся частей ракет-носителей. Обобщены результаты по образованию и накоплению НДМГ растениями на местах падений.

Ключевые слова: несимметричный диметилгидразин, диметиламин, тетраметилтетразен, ракетно-космическая деятельность, ракетное топливо, загрязнение почвы, образование и накопление НДМГ.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие ракетно-космической деятельности (РКД) началось в 60-е гг. XX в. Космическая техника и космическая деятельность традиционно рассматриваются как перспективное направление развития цивилизации, средство решения глобальных проблем. Без космонавтики немыслимо настоящее и будущее человечества. Однако ее практические результаты и последствия оказались весьма противоречивыми и далекими от идеала из-за пороков национальных и международных институтов, отставания общества в экологическом просвещении и образовании. Сейчас это одна из важнейших интеллектуальных и технических способностей человечества в интересах решения народнохозяйственных, научных и оборонных задач. Техническая и социальная реальность XX-XXI веков предполагает важную роль космической техники как мощного средства

развития цивилизации и предотвращения катастрофы и одновременно- как источника глобальной опасности. По существу, речь идет о балансе двух объективных процессов: космизации и экологизации. Вместе с активизацией, расширением космической деятельности растут и проблемы. Условно (по критерию экологичности) историю космической техники XX века можно разбить на два этапа: 1) доэкологический (до середины 80-х годов); 2) экологический (с середины 80-х годов). Вредные воздействия современной космической техники охватывают поверхность, приземную и верхнюю атмосферу Земли и околоземное пространство [1]. Влияние РКД на окружающую среду весьма многообразно-химическое, механическое, акустическое, тепловое, электромагнитное, радиоактивное. Из хозяйственного оборота в Казахстане выведены площади под космодром Байконур -6,7 тыс. км2. За время эксплуатации космодрома Байконур (с 1956 г.) было осуществлено около 2 тыс. запусков космических объектов различного назначения. Ряд ракет-носителей: "Протон", "Циклон-2", “Рокот” используют в качестве топлива несимметричный диметилгидразин (НДМГ), "Союз", "Зенит" - керосин Т-1. Основными компонентами ракетного топлива и главными токсикантами являются НДМГ и продукты его трансформации: нитрозодиметиламин, диметиламин, тетраметилтетразен, все они относятся к 1 классу опасности.

Пуски ракет-носителей, как и другие технические средства, оказывают негативное влияние на окружающую среду. Учитывая, что районы падения отделяющихся частей ракет-носителей расположены на территории Республики Казахстан, оценка воздействия пусков РН с космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения Казахстана является актуальной задачей настоящего времени. Экологические проблемы космодрома «Байконур» связаны с его расположением во внутренней части Евразии, масштабами его ракетно-космической деятельности (РКД). Ежегодно с космодрома «Байконур» стартуют десятки ракет космического назначения, в том числе работающих на высокотоксичном ракетном топливе. Это приводит к распространению КЖРТ на далекие расстояния. Кроме того, регионы, прилегающие к космодрому, подвергаются воздействию других техногенных загрязнений: негативному влиянию Арала, крупных центров металлургии, горнодобывающей промышленности. При попадании НДМГ на почву происходит накопление продуктов его трансформации, токсичность которых сопоставима, а в некоторых случаях превышает токсичность исходного соединения. Загрязнение почв НДМГ нарушает биотические процессы, изменяя численность и видовой состав микробных и растительных сообществ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экологическая безопасность пусков ракет-носителей (РН) - одна из основных задач в осуществлении РКД, конечная цель которой охрана здоровья населения, сохранение биоразнообразия, предотвращение загрязнения, устойчивое функционирование экологических систем, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов. Исследования по влиянию химического загрязнения на экологическое состояние окружающей среды начали проводиться с 1991 года в большинстве районов падения отделяющихся частей ракет-носителей, расположенных в Центральном Казахстане, Российской Федерации. Методологической основой оценки экологического состояния районов падения отделяющихся частей ракет-носителей являлся анализ аккумуляции и миграции несимметричного диметилгидразина (гептил, НДМГ) в ландшафтных системах [2].

Высокотоксичное ракетное топливо существует достаточно давно, но слабо изучено и малоизвестно научной общественности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Известно, что среди ракетного топлива главными токсикантами являются несимметричный диметилгидразин (НДМГ) и его производные. Он включен в реестр опасных химических соединений Агентства по охране окружающей среды США. НДМГ относится к группе канцерогенных и мутагенных веществ и являются опасными для окруж36ающей среды и здоровья человека [3].

Основные пути поступления компонентов ракетного топлива в ландшафты - аэрогенное рассеивание и разливы как при падении ОЧ РН на землю, так и при аварийных падениях. Большая часть поступающего топлива сгорает и испаряется в атмосферу, меньшая - захватывается растительностью, проникает в почву. В отличие от почв, загрязненных преимущественно в местах падений, растительность загрязнена на более значительной площади. В результате выпадения токсикантов из атмосферы формируются региональные поверхностные аномалии на местах падения ОЧ РН за их пределами.

Это подтверждается рядом экспериментов по изучению распределения НДМГ в растениях. Делались смывы дистиллированной водой с поверхности вегетативных органов растений и определяли наличие НДМГ в данном растворе, затем определяли присутствие НДМГ в вегетативных органах после смыва дистиллированной водой [4].

Место падения характеризуется комплексом пятен оголенных почв с неоднородным по всем румбам от центра МП сильно разреженным растительным покровом в виде сухих группировок из однолетних солянок, сорного разнотравья и корней полыни (рисунок 1).



Рис. 1. Общий вид места падения верхней части РБ «Бриз-М» и части переходного отсека КА



Рис. 2. Место аварийного падения РН «Протон-М» 2013 г. в сентябре 2018 г.

На территории непосредственно места падения в осенний период отмечено зарастание нарушенных земель разреженными группировками и отдельными экземплярами рудеральных однолетних солянок, таких как солянка чумная и эбелек, с проективным покрытием почвы растениями от 3% до 10%.

Средняя высота растений 15-25 см, местами достигая 40 см. Отмечено присутствие сухого эфемерового разнотравья (ревеня татарского). По мере удаления от места падения проективное покрытие почвы увеличивается до 15%. При визуальном наблюдении аномальных изменений в морфологическом строении растений, таких как гигантизм, изменение окраски листьев и стеблей не выявлено (рисунок 2).

Об аэрогенном пути поступления загрязнителя в растения говорит наличие НДМГ в смывах и его отсутствие после смыва, который можно проследить на примере таких видов растений как *Anabasis salsa,* сем. Маревые *и Festuca sulcata,* сем. Злаки, *Artemisia pauciflora,* сем. Сложноцветные, причем как на месте падения, так и на достаточно большом расстоянии от места падения (МП). Присутствие НДМГ в пробе после смыва и его отсутствие в смыве подтверждает почвенный путь поступления (*Stipa Lessingiana, Artemisia pauciflora)*. В случае присутствия НДМГ как в смыве, так и в растениях после смыва (*Atriplex cana,* Artemisia *pauciflora*) подтверждается наличие двух возможных путей поступления НДМГ в растения.

Таким образом, отмечено, что растения способны поглощать НДМГ всеми органами из газообразной и твердой фаз внешней среды, причем отмершие растения могут длительное время

являться поставщиками НДМГ в природную среду**.** Кроме того, растительность является лучшим индикатором для определения площади рассеяния НДМГ на территории где нет условий для его сохранения в почвах [5, 6, 7].

Изучение НДМГ в почвенно-растительной системе свидетельствует об избирательной биохимической специализации растительности в отношении НДМГ. Степень концентрации НДМГ в растениях зависит от ряда факторов: вида растений, геохимии мест произрастания, интенсивности загрязнения. Поступление НДМГ в растения происходит как из почв через корневую систему, так и непосредственно из атмосферы [8].

С целью определения уровней содержания НДМГ в растительном покрове при исследованиях поведения компонентов ракетного топлива в почвах, водах и растениях в 1994 г. было отобрано и проанализировано 240 проб растений 15 семейств. В результате выявлена видовая дифференциация в накоплении растениями НДМГ: его встречаемость в злаках (типчак, пыреи, ковыли) составила 35% от проб данного семейства, в сложноцветных (полыни) - 42%, в маревых (кокпек, кейреук, изень) - 50%. Весной НДМГ обнаружен в 50% проб эфемероидов.

В 2000 г. полученные результаты вновь проведенных работ на основе исследований мест падения ОЧ РН в 1991-2000 г.г. о влиянии КРТ на растения также подтвердили, что компоненты ракетного топлива накапливаются преимущественно видами растений сем. Маревые (Chenopodiacea лебеда седая *(Atriplex cana*)**,** Сложноцветные **(**Asteraceae**)** – полынь белоземельная (*Artemisia terrae-alba*) и Злаки (Poaceae). Наибольший интерес в этих ландшафтах представляет биогеохимия злаков (Poaceae), доминирующих в составе многих степных растительных сообществ [9].

Аналогичные работы по содержанию и накоплению НДМГ растениями были проведены и казахстанскими учеными. Кроме того, были выявлены растения - индикаторы загрязнения КРТ и их индикационные признаки [10].

Также установлено, что малые концентрации гептила могут использоваться растениями как дополнительный источник азота и углерода, тогда как большие концентрации негативно действуют на растения, вызывая определенные морфологические и анатомические изменения. НДМГ инициирует все типы хромосомных нарушений у растений [11].

Загрязнение почвы НДМГ оказывает влияние на растения, вызывая изменения на всех уровнях их организации в течение длительного времени. По степени нагрузки на растения и сопутствующую биоту концентрации НДМГ отнесены к низким - менее 0,1 г/кг, умеренным - 1,0, 2,5 и 5,0 г/кг, высоким - 10-50 г/кг и очень высоким - 100 г/кг почвы. При низких уровнях содержания в почве НДМГ наблюдается стимуляция роста, развития, увеличение продуктивности растений, повышение их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды; при умеренных - кратковременное замедление роста и развития, снижение некоторых показателей продуктивности, в дальнейшем сменяющееся их повышением. При высоких уровнях загрязнения почвы отмечается значительное замедление развития и снижение большинства показателей роста и продуктивности растений. При максимальной концентрации НДМГ в почве растения погибают [12].

В результате можно сказать, что образование и накопление НДМГ растениями на местах падений ОЧ РН зависит от ряда факторов: от сезона года (влажность, температура), от семейства растений, геохимических условий мест их произрастания, близости источников поступления НДМГ, количества поступившего на поверхность почв и растений топлива, и, что НДМГ может сохраняться в растениях мест падений на уровне регионального загрязнения более десяти лет**.** Однако, несмотря на проведенные исследования, предельно допустимые концентрации НДМГ в растениях на протяжении 1991-2017 гг. так и *не были установлены,* что послужило поводом дальнейшего изучения влияния загрязнения КРТ и его последствий на местах аварий ракет-носителей [13].

По результатам многолетних исследований, проведенных РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» совместно с Российской стороной на местах аварий РКН РС-20 «Днепр» в 2006 г. и ракеты-носителя (РН) «Протон-М» в 2007 г. в Карагандинской области, установлено, что через 2-3 года после проведения многократной детоксикации почв, загрязненных гептилом до уровня ПДК, в почве появляются не только производные НДМГ (нитрозодиметиламин, диметиламин, метилтриазол, диметилформамид, формальдегид, окислы азота), но и нередко сам НДМГ.

Исследованиями, проведенными спустя 6-7 лет после аварий РН «Протон-М» 2007 г., в пробах растений вновь обнаружены НДМГ и НДМА на площади, в разы превышающей площадь загрязнения почвы. Аналогичные результаты по наличию КРТ в растениях получены в районе аварийного падения РКН «Протон-М» в 2013 г. в Кызылординской области. Спустя год после дектоксикации

почв на месте аварии РКН, в 2014 году было отбрано 36 проб растений – полыни белоземельной (*Artemisia terrae-albae*, сем. Сложноцветные) на наличие НДМГ и НДМА [8, 13].

Как выяснилось, большую часть загрязненных проб составляют растения семейства Маревые и Сложноцветные. Это еще раз подтверждает версию ученых, которые указывают на избирательную биохимическую специализацию растительности в отношении НДМГ, что дикорастущие растения именно этих семейств способны в большей степени к образованию и накоплению в своих органах КРТ [7, 14].

Аналогичные результаты и выводы о путях поступления КРТ в растения прослеживались и в работах российских авторов на примере таких видов растений как *Anabasis salsa,* сем. Маревые *и Festuca sulcata,* сем. Злаки*, Artemisia pauciflora,* сем. Сложноцветные, причем как на месте падения, так и на достаточно большом расстоянии от МП.

В качестве объекта исследований (вид растения) составлен видовой список дикорастущих растений, способных к накоплению НДМГ и НДМА: Полынь белоземельная (*Artemisia terrae-albae, сем. Asteraceae),* Солянка восточная, кейреук *(Salsola orientale, сем. Chenopodiacea),* Пырей гребневидный (*Agropyron pectiniformee),* Ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana, сем. Poacea),* выбор которых обоснован многолетними исследованиями, а также их приуроченностью к особенностям данной территории, как коренных видов [15].

Основываясь на результатах собственных исследований по ликвидации последствий аварийных падений РН «Протон-М» установлено, что в почве на местах аварийного падения РН длительное время сохраняется загрязнение продуктами распада НДМГ и НДМА. Отмечается периодическое появление НДМА в растениях при отсутствии НДМГ и НДМА в почве, также отмечено повторное загрязнение почвенно-растительного покрова НДМГ и НДМА после их отсутствия в течение нескольких лет, при этом, площади загрязнения растительного покрова в десятки раз превышали площади выявленного загрязнения почвы КРТ и продуктами их трансформации.

Учитывая существенные пробелы в данном вопросе, проведение экспериментальных исследований позволит расширить представление о характере загрязнения НДМГ и НДМА растений, в том числе повторного, на площадях, подвергнутых историческим загрязнениям компонентами ракетного топлива, и на прилегающих к ним территориях.

ВЫВОДЫ

Выполнен анализ информации об образовании и накоплении НДМГ и НДМА в растениях на местах аварий ракет-носителей «Протон-М». Выявлены существенные различия в накоплении НДМГ разными видами растений, на местах проливов гептила. Его содержание в злаках составило 35% от проб данного семейства, в сложноцветных – 42%, в маревых – 50 %. Составлен видовой список дикорастущих растений, способных к накоплению НДМГ и НДМА: полынь белоземельная (*Artemisia terrae-albae, сем. Asteraceae),* солянка восточная, кейреук *(Salsola orientale, сем. Chenopodiacea),* пырей гребневидный (*Agropyron pectiniformee),* ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana, сем. Poacea),* выбор которых обоснован многолетними исследованиями, а также их приуроченностью к особенностям данной территории, как коренных видов.

Проведено комплексное экологическое обследование почвенно-растительного покрова на местах аварий ракет-носителей «Протон-М». Выполнены визуальный осмотр состояния растительного покрова, оценка состояния растительных сообществ, и оценка уровня загрязнения почвы и растений компонентами ракетного топлива и продуктами их трансформации на местах аварийного падения РН «Протон-М» в 2007 и 2013 гг.

На местах аварий РН «Протон-М» 2013 г. и 2007 г. соответственно, отобраны пробы растений (с разделением надземной и корневой части), предназначенных для количественного химического анализа на содержание НДМГ и НДМА. В местах отбора проб растений также было отобрано соответственно 24 и 50 проб почвы из поверхностного слоя 0-25 см для определения содержания НДМГ, НДМА, нитрат-ионов, аммонийного азота, уровня pH.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бисариева Ш.С., Жубатов Ж.К., Бекешев Е.А., Степанова Е.Ю., Агапов О.А. Экологическая оценка последствий аварийного падения РКН РС-20 «Днепр» в Кызылординской области // Гидрометеорология и экология. – 2012. – № 2. - с. 108-115.

[2] Santos, V. P. Decolourisation of dye solutions by oxidation with H2O2 in the presence of modified activated carbons / V. P. Santos, M. F. R. Pereira, P. C. C. Faria, J. J. M. Orfao // Journal of Hazardous Materials. – 2009. – Vol. 162. - Issue 2-3. – P. 736-742.

[3] Carlsen L., Kenessov B., Batyrbekova S.Ye.A QSAR/QSTR study on the human health impact by the rocket fuel 1,1-dimethylhydrazine and its transformation products // Environmental Toxicology and Pharmacology. – 2009. - Vol. 27. - P. 415-423.

[4] Касимов Н.С., Гребенюк В.Б., Королева Т.В., Проскуряков Ю.В. Поведение компонентов ракетного топлива в почвах, водах и растениях Н. С. Касимов, В. Б. Гребенюк, Т. В. Королева, Ю. В. Проскуряков // Почвоведение. — 1994. — № 9. — С. 110–120.

[5] Denisov A.A., Smolenkov A.D., Shpigun O.A. Determination of 1,1-dimethylhydrazine by reversed-phase high-performance liquid chromatography with spectrophotometric detection as a derivative with 4-nitrobenzaldehyde // Journal of Analytical Chemistry. – 2004. – Vol.59. – P.452-456.

[6] Реализация плана мероприятий Дополнения № 1 к Программе совместных работ по обеспечению экологической безопасности деятельности космодрома «Байконур» и социально-гигиеническому мониторингу населения, проживающего на прилегающих к космодрому территориях, на 2015-2017 гг., пункт 4.3 «Проведение сезонных биогеохимических исследований в районе аварийного падения РКН «Протон-М» и на прилегающих территориях и определение степени химического загрязнения растительного покрова НДМГ и продуктами его химической трансформации. Оценка восстановления растительности»: научно-техн. отчет (заключит.) / РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология»; научн. рук. Ж. Жубатов. – Алматы, 2017. – 122 с.

[7] Carlsen L., Kenessov B.N., Batyrbekova S.Ye. A QSAP/QSTR study on the Environmental health impact by the rocket fuel 1,1- dimethyl hydrazine and its transformation products // Env. Health Insights – 2008. – N 1. – P. 11-20.

[8] Salthammer T., Mentese S., Marutzky R. Formaldehyde in the Indoor Enviroment // Chem. Rev. – 2010. – V. 110, N 4. – P. 2536- 2572.

[9] Кречетов П.П., Королева Т.В. экосистем / Сборник статей научно-прак. конф. «Экологическое сопровождение ракетно-космической деятельности». М.: Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. - 2007. - с. 65-77.

[10] Ворожейкин А.П. Анализ результатов экологического обследования, паспортизация районов падения отделяющихся частей и экологического сопровождения пусков ракет с космодромов "Байконур" и "Свободный" - Материалы научно-практических семинаров по вопросам методического обеспечения экологической паспортизации объектов и изучения окружающей природной среды в районах эксплуатации ракетно-космической техники РВСН. - М., 2000. - С.24-31.

[11] Ворожейкин А.П., Королева Т.В., Проскуряков Ю.В., Черницова О.В. Методические рекомендации по проведению эколого-геохимических исследований в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей. - М.: Пеликан, 2000. - 56 с.

[12] Rodin I.A., Anan'eva I.A., Smolenkov A.D., Shpigun O.A. Determination of the products of the oxidative transformation of unsymmetrical dimethylhydrazine in soils by liquid chromatography/mass spectrometry // Journal of Analytical Chemistry. – 2010. - Vol.65. – P.1405-1410.

[13] Smirnov R.S., Rodin I.A., Smolenkov A.D., Shpigun O.A. Determination of the products of the

[14] Morgenstern H., Ritz B. Effects of radiation and chemical exposures on cancer mortality among Rocketdyne workers: a review of three cohort studies // Occup. Med. – 2001. – Vol. 16, ` 2. – P. 219-237.

[15] Ensing B., Buda F., Baerends E. J. Fenton-like chemistry in water: Oxidation catalysis by Fe (III) and H O //J. Phys. Chem. A. 2 2 2003. Vol. 107, № 30. – С. 5722-5731.

Атыгаев А.Б., Мұқанова Г.А., Воронова Н.В., Урымбаева А.А., Бимаганбетова А.О.

Өсімдіктердегі зымыран отынының кешендерінің жинақталуы және түзілуінің ерекшеліктерін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада зымыран мен ғарыш қызметінің қоршаған ортаға әсерін зерттеудегі қазіргі өзекті бағыттарға қысқаша шолу берілген. Негізгі улы заттар - бұл СЕДМГ және оның трансформациялық өнімдері: нитрозодиметиламин, диметиламин, тетраметилтетразен. Ғарыштық қызмет экологиялық қауіптің өсуімен, адамдар мен табиғатқа зиян келтірумен қатар жүреді. Зымыран отыны компоненттерінің қоршаған ортаға енуі аймақтық және жергілікті биохимиялық бет ақауларының қалыптасуына ықпал етеді. Зымыран отыны құрамдас бөліктерінің зымыран тасымалдағыш бөліктерінің құлау аймақтарындағы табиғи ландшафтарының сипаты туралы зерттеу нәтижелері қарастырылған. Құлаған аймақтағы өсімдіктердегі НДМГ түзілуі және жинақталуының нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: симметриялы емес диметилгидразин, нитрозодиметиламин, ракеталы-космосты іс әрекет, ракетаның жанар жағар майы, топырақтың ластануы, НДМГ және НДМА түзілуі және жинақталуы.

УДК 325.1

S.M. Ismagulova, K.M. Janaleyeva, A.A. Saipov, Zh.G.Berdenov
(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan
e-mail: saltamalikova@mail.ru)

GEOGRAPHY OF POPULATION MIGRATION PROCESSES OF KOSTANAY REGION FOR YEARS OF INDEPENDENCE OF THE COUNTRY

Abstract. The article is devoted to the analysis of statistical indicators that reflect the geography and dynamics of migration processes in the Kostanay region at the modern stage. The socio-economic factors of migration outflow of the population, their influence on the number of permanent composition in the population structure, the quality of labor resources and current trends in the field of migration policy aimed at improving the demographic situation of the region are considered.

Key words: migration process, external migration, internal migration, balance of migration, repatriates.

С.М. Исмагулова, К.М. Джаналеева, А.А. Саипов, Ж.Г. Берденов
(Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Казахстан, г. Нур-Султан)

ГЕОГРАФИЯ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НАСЕЛЕНИЯ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ГОДЫ НЕЗАВИСИМОСТИ СТРАНЫ

Аннотация. Статья посвящена анализу статистических показателей, отражающих географию и динамику миграционных процессов Костанайской области на современном этапе. Рассмотрены социально-экономические факторы миграционного оттока населения, их влияние на численность постоянного состава в структуре населения, качество трудовых ресурсов и современные тенденции в области миграционной политики, направленные на стабилизацию демографической ситуации региона.

Ключевые слова: миграционный процесс, внешняя миграция, внутренняя миграция, сальдо миграции, репатрианты.

Введение. Среди демографических процессов миграция населения занимает особое место. Это один из немногих процессов, который моментально как лакмусовая бумага реагирует на социально-экономические, политические и другие изменения в обществе, резкоотражающиеся на социальном положении населения. Иными словами, миграционные процессы это – своего рода «зеркало» в которой находит свое отражение разного рода изменения, происходящие на глобальном, региональном и локальном уровне. Миграции являются действенным инструментом создания условий для роста экономической активности субъектов рынка и формирования единого внутреннего экономического пространства, гармонично интегрированного с мировой экономикой [1].

Большие различия в природных условиях, уровне развития региональной экономики, социальной сферы, этнического состава населения Республики Казахстан обусловливают большую дифференциацию в интенсивности, объеме, географии миграции потоков, которые закономерно оказывали и продолжают оказывать влияние на уровень социально-экономического развития различных отраслей национального хозяйства регионов. В связи с этим целесообразно изучать и анализировать географию миграции населения в контексте социально-экономического развития, как всей республики, так и ее отдельно взятых регионов, а также преобладающих демографических трендов в условиях глобализации мировых хозяйственных систем.

Анализ современной географии миграционных процессов в Костанайской области показывает ее адекватность историческим реалиям, происходящим за 25 лет независимости нашей страны, так что в течение этого короткого для истории Республики Казахстан времени, наблюдался отток населения за пределы ее территории. Область по существу находилась в положении донора, перераспределяющего свои высококвалифицированные трудовые ресурсы в другие регионы страны и за ее пределы. Это негативно сказывалось на демографической структуре населения. Не вызывает сомнения, что факт сокращения численности населения в Костанайской области с 1253,5 чел. (1992 г.) до 870,7 чел. (01.07.2019 г.) прежде всего связан с масштабным миграционным оттоком разных слоев населения. Испытав серьезные потери за счет миграции в 1990-е гг., несколько стабилизовавшись в 2000-е гг. численность населения, начиная с 2016 г. вновь увеличил свои значения [2].

Материалы и методы исследования. Научный анализ, изучение географии и географических факторов миграции населения включает анализ миграционных потоков (их масштабы, интенсивность, направления и т.д.), половозрастной, социальной и этнической структуры мигрантов, побудительных причин и социально-экономических последствий перемещения населения по территории.

На основании официальных данных Комитета по статистике Министерства экономики Республики Казахстан, Управления координации занятости и социальных программ акимата Костанайской области, итогов национальных переписей населения за 1999, 2009 гг. авторы ставят целью определить основные виды, масштабы, динамику, характеристики географии миграционных движений Костанайской области за период с 1991-2018 гг.

Результаты. География миграционных процессы в различных регионах страны имеют существенные отличительные особенности, зависимые от экономико-географического положения, истории заселения, территориальной концентрации и специализации производства, капитала и человеческих ресурсов, по существу являющимися составными компонентами системы географических факторов, влияющих на миграционные процессы.

Рисунок 1 отражает динамику сальдо миграции населения Костанайской области, которое начиная с 1992 г. по настоящее время характеризуется отрицательными показателями. В общих тенденциях миграционных движений отмечается волнообразность миграций с периодами подъемов и спадов. Наибольшие миграционные потери пришлись на 1994 г. (-36,6 чел.), 1997-1998 гг., (-38,1; -36,6 чел.). При этом за 1992-1999 гг. из области выехало 204,8 чел. К концу 2000-х гг. обозначилась тенденция к сокращению сальдо миграции до 2,4 чел. Так, сальдо миграции в 2003 г. сократилось по сравнению с «пиковым» 1997 г. в 6,4 раза. С 2016 г. вновь наблюдается рост отрицательного сальдо, что в 5,5 раз больше соответствующего показателя 2015 г. [3].

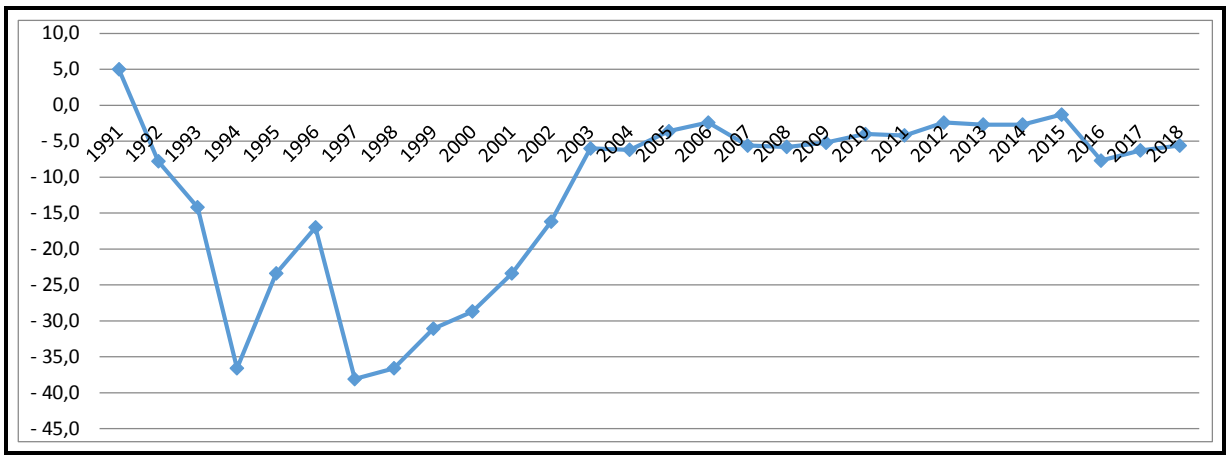


Рис.1. Динамика сальдо миграции населения Костанайской области (1991-2018 гг.)
(рассчитано и составлено авторами по источнику [3])

Таким образом, с начала 1990-х гг. в Костанайской области, как и республике в целом усилились миграционные процессы. Данные явления были обусловлены, во-первых, социально-экономическими факторами: потеря работы в связи с произошедшими дезинтеграционными процессами и экономическим кризисом, снижение привычного качества жизни, неясность перспектив проживания для себя и своих детей. Во-вторых, расширением возможностей возвращения отдельных этнических групп на историческую родину. В-третьих, приграничное транзитное положение с Оренбургской, Челябинской, Курганской областями Российской Федерации, несомненно способствует оттоку населения из региона и росту маятниковой миграции.

Высокий эмиграционный отток населения из северных областей Казахстана в 1997-1998 гг. связан со спадом производства сельскохозяйственной продукции и значительным сокращением поголовья скота и посевных площадей. До конца 1990-х гг. наблюдалась высокая миграционная убыль населения региона. Начало 2000-х гг. ознаменуется позитивными сдвигами в экономике и социальной сфере области. Проводившаяся внешняя и внутренняя Государственная социально-экономическая и демографическая политика, способствовала устойчивому развитию промышленного и сельскохозяйственного производства, росту сырьевого и товарного экспортного потенциала региона и

повышению жизненного уровня населения, что стало важным фактором, повлиявшим на снижение числа мигрантов, выезжающих за пределы области, и сокращение отрицательного сальдо миграции населения [4]. Ключевыми документами в сфере государственного регулирования миграционных процессов, принятыми в тот период, являлись Концепция миграционной политики Республики Казахстан, Отраслевая программа миграционной политики Республики Казахстан на 2001-2010 гг. [5].

Таблица 1. **Динамика миграции населения Костанайской области**

Годы	Прибыло		Выбыло		Миграционный прирост (убыль)		Миграционный оборот	
	населения тыс. чел.	на 1000 чел.	населения тыс. чел.	на 1000 чел.	населения тыс. чел.	на 1000 чел.	населения тыс.чел.	на 1000 чел.
1997	20737	18,7	58838	53,2	-38101	-34,5	79575	72,0
2000	17478	17,9	46186	47,4	-28708	-29,5	63664	65,4
2003	25321	27,6	31271	34,2	-5950	-6,1	56592	61,8
2006	23583	26,2	25970	28,8	-2387	-2,6	49553	55,0
2009	21857	24,8	27059	30,6	-5202	-5,9	48916	55,3
2012	19811	22,5	22198	25,2	-2387	-2,7	42009	47,7
2015	28121	31,8	29415	33,3	-1294	-1,5	57536	65,1
2018	36456	41,8	42041	48,0	-5585	-6,4	78497	89,8

(рассчитано и составлено авторами по источнику [3])

Анализируя результаты полученных расчетов таблицы 1, видим, что коэффициент интенсивности прибытия в Костанайскую область оставался весьма низким в 1997-2000 гг. и увеличивался в более чем 2 раза с незначительными колебаниями по годам. Коэффициент интенсивности выбытия в рассматриваемый период характеризовался общей тенденцией снижения, однако с 2015 г. вновь отмечается рост данного показателя. Миграционная убыль населения 2015 г. в 23 раза меньше соответствующего значения 1997 г. и в 4,2 раза 2018г. Миграционный оборот, постепенно снижая свои показатели к концу 2000-х гг., последние годы набирает активность и даже несколько превосходит «пиковый» 1997 г.

Коэффициенты интенсивности прибытия и выбытия различны по городским и сельским населенным пунктам, что видно из данных таблице 2.

Таблица 2. **Коэффициенты интенсивности миграции по городским и сельским поселениям Костанайской области**

Год	На 1000 человек населения					
	по городской местности			по сельской местности		
	число выбывших	число прибывших	миграционный прирост/убыль	число выбывших	число прибывших	миграционный прирост/убыль
1999	51,3	19,2	-32,1	41,5	11,9	-29,6
2000	55,5	23,1	-32,4	38,3	12,0	-26,3
2003	30,1	38,2	8,1	39,0	15,4	-23,6
2006	25,5	34,0	8,5	32,9	17,2	-15,7
2009	27,2	28,8	1,6	34,0	20,7	-13,3
2012	20,9	27,0	6,1	29,9	17,6	-12,3
2015	26,5	36,9	10,4	40,8	26,3	-14,5
2018	40,0	42,2	2,2	57,8	41,5	-16,3

(рассчитано и составлено авторами по источнику [3])

Интенсивность выбытий городского населения в целом за весь рассматриваемый период ниже, чем сельского, а интенсивность прибытия у сельских жителей снижается еще быстрее, чем у городских. Следовательно, для населения Костанайской области характерен миграционный прирост в городах и постоянная убыль из сельской местности. Масштабные перемещения сельского населения в города связаны с ростом безработицы и как результат – ухудшение социально-экономических условий жизни сельчан. По данным Управления земельных отношений Костанайской области, начиная с 2013 г. было упразднено более 60 сел [6].

По направлениям миграции наблюдается различная картина. В результате подсчетов доли потоков внешней и межрегиональной миграции в сумме всех выбытий и прибытий получены данные, отраженные в таблице 3.

Таблица 3. **Доля отдельных потоков Костанайской области (%)**

Годы	Потоки выбытий внешней миграции		Поток выбытий межрегиональной миграции	Потоки прибытий внешней миграции		Поток прибытий межрегиональной миграции
	страны СНГ	другие страны мира		страны СНГ	другие страны мира	
1999	55,3	20,0	24,7	58,8	1,6	39,6
2000	45,9	18,4	35,7	51,3	3,8	44,9
2003	37,4	30,1	32,5	58,0	1,6	40,4
2006	36,2	5,8	58,0	53,4	2,0	44,6
2009	33,4	2,0	64,6	28,5	1,1	70,4
2012	38,1	1,6	60,3	34,8	0,7	64,5
2015	36,0	3,9	60,1	13,1	0,5	86,4
2018	38,5	3,5	58,0	13,3	0,7	86,0

(рассчитано и составлено авторами по источнику [3])

Из таблицы видно, что доли межрегиональной миграции в потоках выбытий и прибытий в исследуемой регионе характеризуются обшей тенденцией увеличения с максимальными показателями 64,6 % и 86,4 %. Поток выбытий из стран вне СНГ достигая 30,1% в начале 2000-х гг., в последующем резко сокращается до 1,6%. Для более 95 % эмигрантов, выбывших в дальнее зарубежье страной достижения была Германия. В 30-40 гг. XX века немецкое население европейской части СССР было подвергнуто массовой насильственной депортации на территорию Казахстана. Только за сентябрь-октябрь 1941 г. в Костанайскую область депортировано около 55 тысяч немцев [7]. В данном регионе по итогам Всесоюзной переписи 1989 г. проживало более 110 тыс. немцев, что составляло 9 % от всего населения, спустя 30 лет отмечается сокращение численности в 3 раза [2].

Доля потока выбытий в страны СНГ всегда имела существенные показатели в течении всего рассматриваемого периода. Основной страной-реципиентом является Российская Федерация, что объясняется высоким процентом славянского этнического компонента в демографической структуре населения Костанайской области. В противоположенном направлении в последние годы, по сравнению с 1999 г. поток сократился более чем 4 раза.

Эмиграционные настроения в Костанайской области и в целом Северном регионе сохраняются, как в форме непосредственного желания эмигрировать, так и в форме отложенной миграции. В случае отложенной миграции после окончания школы родители отправляют детей для получения образования и в чаще всего в приграничные российские вузы с последующей их натурализацией в стране обучения и воссоединением семьи в будущем. Ежегодно около четверти выпускников школ Костанайской области поступают в учебные заведения за пределами страны [6]. Данная временная форма миграции имеет тенденцию со временем превращаться в постоянную.

Существенным стимулом эмиграции в Россию является реализация Госпрограммы «Оказание содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом, и членов их семей». Суть программы – привлечение трудоспособных соотечественников и перспективной молодежи на постоянное проживание в регионы приоритетного заселения [8].

В итоге из Костанайской области за 2018 г. согласно данным официальной статистики выехало в страны СНГ 4002 человека трудоспособного возраста, что составило 74 %, 1316 чел. или 24 % – моложе трудоспособного и только 219 чел. (4 %) были старше трудоспособного возраста. Несомненно, массовый выезд лиц трудоспособного возраста повлияет на рынок труда, его структуру и качественный состав рабочей силы.

«Утечка умов» из Костанайской области не снижает обороты. Действительно, уезжают за границу в основном квалифицированные кадры. Так, в 2018 г. из региона выехало 4,6 тыс. человек старше 15 лет, из них 1,8 тыс., или 38,2%, имеют высшее образование и 1,5 тыс., или 33%, со средним профессиональным образованием.

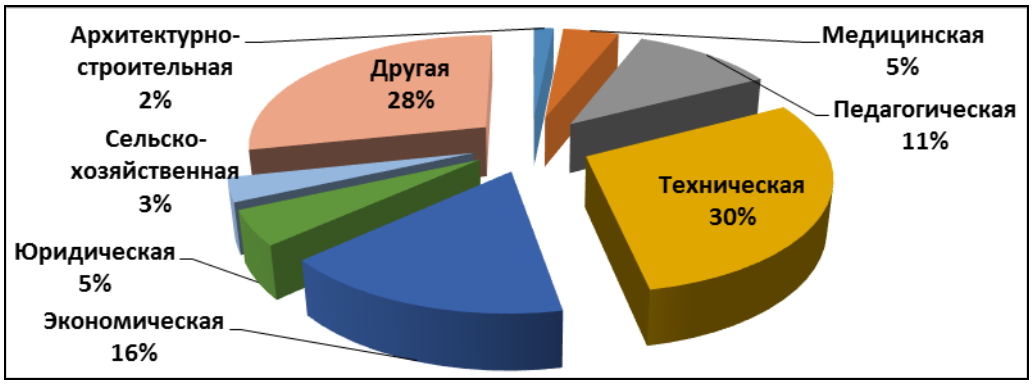


Рис.2. Удельный вес эмигрантов Костанайской области по специальностям (%) за 2018 г.
(рассчитано и составлено авторами по источнику [3])

Наибольшее количество уехавших из Костанайской области в 2018 г. квалифицированных кадров, или 30% от общего объема, являются представителями технических специальностей (рис. 2). Отток «технарей» понятен, учитывая, что в основном мигрируют они в Россию, где отмечается дефицит данных кадров. В результате эмиграции область испытывает дефицит кадров в промышленности. 16 % дипломированных специалистов, уехавших из РК за рассматриваемый период, имеют экономическое образование, 11% − педагогическое и по 5% − медицинское и юридическое [3].

Исходя из анализа представленных статистических данных, раскрывающих состояние и развитие миграционных потоков населения, по мнению автора, региональным органам государственного управления необходимо обратить внимание на возможные социально-экономические последствия, которые могут быть многоаспектными и разнообразными.

Во-первых, они характеризуют само выбытие населения, в результате которого в регионе происходит снижение рождаемости и, как следствие, естественного прироста. Во-вторых, отток трудоспособной части населения в определенной мере вызывает изменение его половозрастной и приводит к старению населения. В-третьих, сокращение численности населения в результате миграционных процессов снижает образовательный и профессионально-квалификационный уровни, уменьшает количество экономически активного населения.

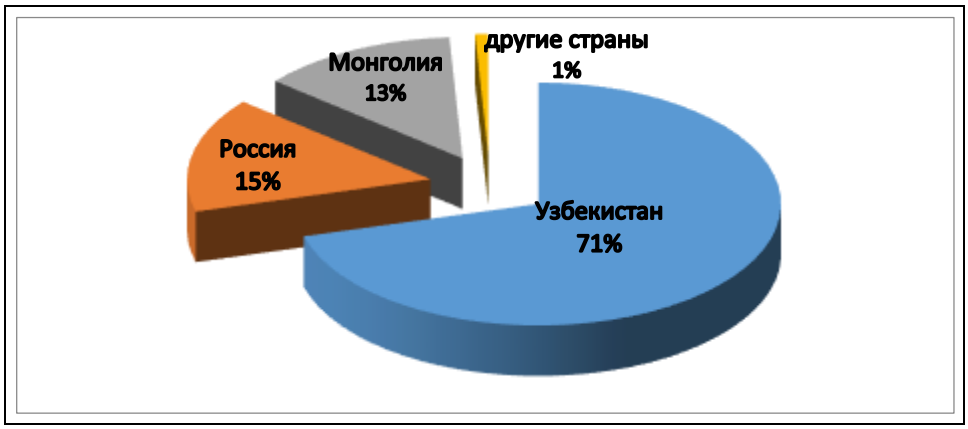


Рис. 3. Страны отбытия оралманов (%) Костанайской области (1991-2018гг.)
(рассчитано и составлено авторами по источнику [11])

В качестве компенсации миграционного оттока европейского населения Казахстан проводит политику, направленную на репатриацию этнических казахов. Репатриация является одним из приоритетов государственной миграционной политики, который был заявлен Н.Назарбаевым в Стратегии «Казахстан – 2030». Переселение осуществлялось на основе принятых в 1990-х гг. Законов «Об иммиграции» и «О миграции населения», в соответствии с которыми создавались благоприятные условия для возврата на историческую родину этнических казахов [9, 10].

По данным **Управления координации занятости и социальных программ акимата Костанайской области** в ходе реализации Программы по переселению соотечественников в регион за период с 1991 по 01.07.2019 гг. прибыло 7537 семей или 33958 этнических казахов, что составляет 4,5 % от общей численности населения области. Из них 87 % прибыло из стран СНГ: Узбекистан (5383 семьи), Россия (1160 семей), Таджикистан (19 семей), Киргизия (18 семей), Туркменистан (17 семей) (рис.3). Из стран дальнего зарубежья значительна доля репатриантов из Монголии (944 семей), что составляет 13 % [11].

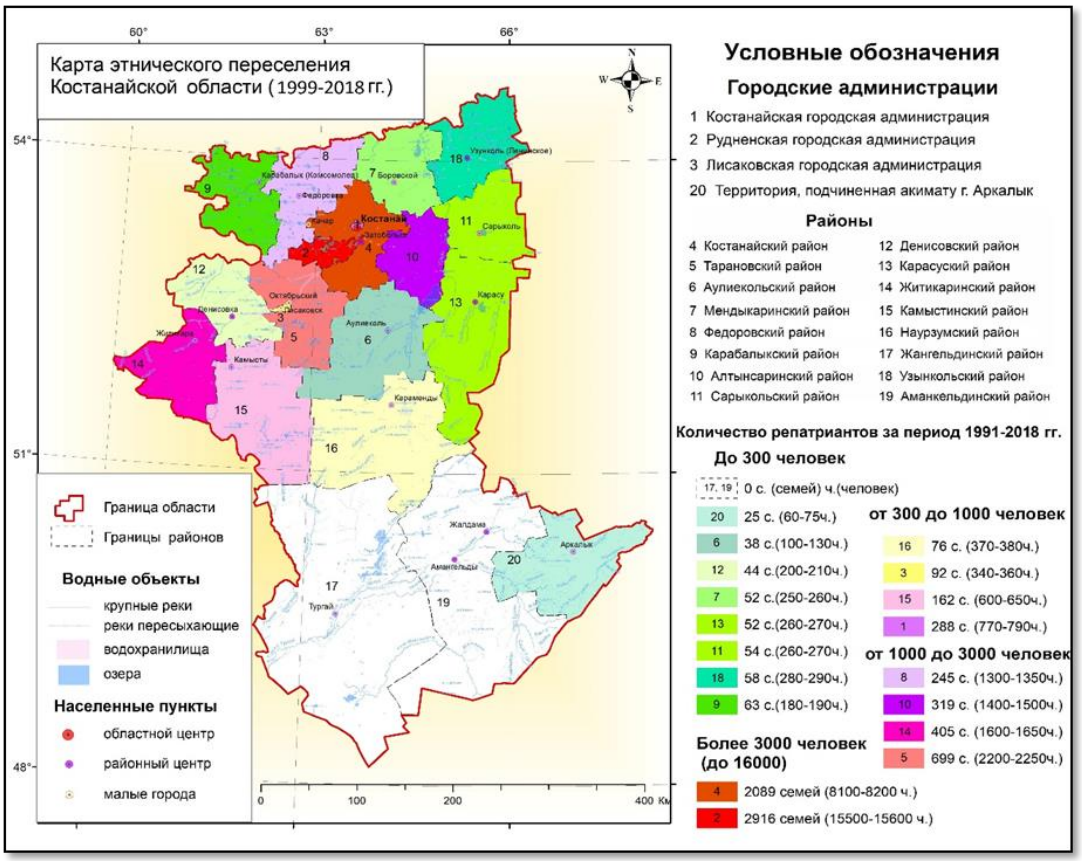


Рис. 4. Карта этнического переселения Костанайской области (1999-2018 гг.)

Расселение оралманов по территории Костанайской области главным образом осуществлялось в северные районы, т.е. регионы с преимущественным проживанием славянского и европейского населения. Так, на 01.08.2019 г. более 45,7 % репатриантов проживают г. Рудном, 23,8 % Костанайском, 6,5% Тарановском (район Беимбета Майлина), 5,1% Житикаринском, 4,4% Алтынсаринском, 3,9% Федоровском районах, что составляет около 90 % от общего количества репатриантов данного региона.

В общих тенденциях миграционных движений оралманов в исследуемый период отмечается волнообразность миграций с периодами подъемов и спадов, несомненно связанных с социально-экономическими и политическим факторами как в Республике Казахстан, так и в странах отбытия. Миграционная убыль, отмечаемая в области в результате процесса репатриации компенсируются не значительно и к тому же замещение иммигрантами постоянных жителей вызывает дополнительные экономические и социальные трудности.

На фоне ожидаемых темпов экономического роста в будущем, продолжающаяся эмиграция в Северном регионе может привести к несбалансированности предложения рабочей силы и растущего спроса на труд. С целью устранения проблемы дисбаланса между спросом и предложением рабочей силы в трудодефицитных регионах, обеспечением продуктивной занятости населения, содействия в трудоустройстве и повышения мобильности трудовых ресурсов Правительством страны разработана программа развития продуктивной занятости и массового предпринимательства «Еңбек» на 2017-2021 годы [12,13].

В рамках реализации данной программы в Костанайской области в квоту приема переселенцев из южных трудонасыщенных регионов было включено 1053 человека и оралманов 480 человек. С 2017 г. по 2018 гг. прибыло 403 переселенцев (38,3%) из Туркестанской области, 307 человек (29 %) из Кызылординской, 144 человека (13,6%) из Алматинской и 70 человек (6,6 %) Мангистауской областей. В дальнейшем бюджет и масштабы программы планируется планомерно увеличивать.

Государственная программа «Серпін-2050» созданная с целью обучения и трудоустройства молодежи из южных областей страны на данный момент не совсем справляется со своей целью. В 2018 г. осуществлен первый выпуск студентов проекта «Мәңгілік ел жастары–индустрияға». В Костанайском государственном педагогическом университете им. У. Султангазина завершили обучение 120 человек, из них только 20 выпускников трудоустроено в Костанайской области. В 2019 г. ситуация не изменилась и в области трудоустроилось менее 10 % студентов. Таким образом, большинство выпускников, получив бесплатное образование, возвращаются обратно в южные регионы, связи с не решенными жилищными вопросами [14].

Выводы. Длительный эмиграционный процесс из Костанайской области, обусловленный социально-экономическими факторами ведет к потере «человеческого капитала». Следует отметить, что «удержание» своего населения – это первоочередная задача миграционной политики региона. Для этого требуется развитие рынка труда, создание новых и сохранение имеющихся рабочих мест, обеспечение пропорционального развития рынка труда и рынка жилья, доступность жилья, развитие частного сектора экономики, обеспечение высокого уровня жизни населения. Предпринимаемые меры по стимулированию переселения экономически активного населения с южных регионов на север пока не дают желаемого социально-экономического эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Zhaksybayeva N., Nurzhanova S. The Migration Response to the Economic Factors: Lessons from Kazakhstan. //Trade policy, 2016. № 4/8. P. 101-124.

[2] Официальный интернет-ресурс Комитета по статистике Республики Казахстан URL:http://stat.gov.kz (дата обращения 15.07.2019 г.).

[3] Официальный интернет-ресурс Департамента статистики Костанайской области URL:http://old.stat.gov.kz/kostanay (дата обращения 15.07. 2019 г.).

[4] Экономико-статистический анализ этнодемографического состава населения Республики Казахстан и особенности его расселения. Д. Гали. – Астана: 2009. – 187 с.

[5] Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан URL:http://adilet.zan.kz/Об утверждении отраслевой Программы миграционной политики РК на 2001-2010 гг. (дата обращения 15.07.2019 г.).

[6] Официальный интернет-ресурс акимата Костанайской области URL:http://kostanay.gov.kz/ (дата обращения 10.07.2019 г.).

[7] Табулденов А.Н. Депортации народов и эвакуация населения в Северный Казахстан (1937-1956 годы): монография. – Костанай: Костанайская академия МВД РК им. Ш. Кабылбаева, 2015. С.32-35.

[8] Официальный интернет-ресурс Государственная программа переселения соотечественников в Россию URL:http://переселение-соотечественников (дата обращения 20.03.2019 г.).

[9] Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан URL:http://adilet.zan.kz/ Об утверждении Концепции миграционной политики РК на 2017-2021 гг. (дата обращения 10.08.2019 г.).

[10] Калыш А., Касымова Д. Репатрианты Казахстана: Казахстан в системе транснациональной миграции в условиях глобализации: учебное пособие. – Алматы: Қазақ университеті, 2015. – 364с.

[11] Официальный интернет-ресурс Управления координации занятости и социальных программ акимата Костанайской области URL :http://zansoc.kostanay.gov.kz/ (дата обращения 30.07. 2019 г.).

[12] Современное состояние рынка труда в Казахстане: брошюра/ под ред. З.К. Шаукеновой. – Астана: Казахстанский институт стратегических исследований при Президенте Республики Казахстан, 2017. – 100 с.

[13] Об утверждении Государственной программы развития продуктивной занятости и массового предпринимательства на 2017-2021 гг. «Еңбек» // «Казахстанская правда», № 223 (28852).

[14] Официальный интернет-ресурс Костанайского государственного педагогического университета им. У.Султангазина URL:https://www.kspi.kz (дата обращения 20.08.2019 г.).

Исмагулова С.М., Джаналеева К.М., Саипов А.А., Берденов Ж.Г.

Еліміздің тәуелсіздік жылдары кезіндегі Қостанай облысы халықтың көші-қон үрдістерінің географиясы

Түйіндеме. Мақала қазіргі кезеңдегі Қостанай облысының көші-қон процестерінің географиясы мен динамикасын көрсететін статистикалық көрсеткіштерді талдауға арналған. Халықтың көші-қон ағымының әлеуметтік-экономикалық факторлары, олардың тұрақты тұрғындар санына әсері, еңбек ресурстарының сапасы және аймақтың демографиялық жағдайын жақсартуға бағытталған көші-қон саясаты саласындағы қазіргі тенденциялар қарастырылады.

Түйін сөздер: көші-қон үрдістері, сыртқы көші-қон, ішкі көші-қон, көші-қон сальдосы, оралмандар.

S.K. Kurbaniyazov, U.U. Umbetov, I.O. Aimbetova,
N.A. Abdimutalip, E. Nugmanov

GEOLOGICAL RESEARCH PALOGEOGRAPHIC CONDITIONS OF FORMATION OF THE UNION AND YAROSLAV KAOLIN DEPOSIT

Abstract: In this article, the material composition of kaolin clays was determined by means of RFA analyzes, microscopic analyzes, spectral atomic-emulsion analyzes, thermographic and RDA analysis, the paleogeographic conditions for the formation of West Kazakhstan kaolin mesogenesis, and the advantages of developing the Union and Yaroslavl kaolin deposits are described in this article.

Key words: material composition, kaolin, paleogeographic conditions of formation, deposits, geological studies.

С.К. Курбаниязов [1], У.У. Умбетов [1], И.О. Аймбетова [1],
Н.А. Абдимуталип [1], Е Нугманов.[2]
([1]Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясави ,г.Туркестан,
Республика Казахстан. saken_geo@mail.ru ,[2] «ЗапКазНедра »
г.Уральск, Республика Казахстан)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ СОЮЗНОГО И ЯРОСЛАВСКОГО КАОЛИНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация: В статье определен вещественный состав каолиновых глин посредством проведенных анализов РФА, микроскопических анализов, спектральных атомно-эммирсионных анализов, термографичеких и РДА анализов. а также выявлены палеогеографические условия образования Западно- Казахстанских каолиновых месторождений, где преимущественно разрабатывались Союзное и Ярославское каолиновые месторождения.

Ключевые слова: вещественный состав, каолин, палеогеграфическое условия образования, месторождения, геологические исследования.

Каолин – глина белого цвета, состоящая из минерала каолинита. Образуется при выветривании гранитов, гнейсов и других горных пород, содержащих полевые шпаты (первичные каолины). В результате перемыва первичных каолинов и происходит переотложение их в виде осадочных пород; образуются вторичные каолины, называемые также «каолиновые глины». Основные свойства каолина - высокая огнеупорность, низкая пластичность и связующая способность. Природный каолин ограничено используют для производства шамота, полукислого огнеупорного кирпича, строительной керамики, белого цемента.

В последние годы каолин начали широко использовать в медицине, фармакологии, косметологии. Каолиновая глина содержит много кремния. Благодаря этому, она благоприятно воздействует на формирование в человеческом организме именно костной ткани. Дополнительно можно улучшить и функциональность сердца. Глину можно использовать и под видом специальных тепловых компрессов. Она способна оказывать и обезболивающее воздействие не только на связки, но и сами суставы.

Проверенным средством является и маска, приготовленная на основе каолина. Она рекомендована для применения лечения проблемной кожи. С использованием такой маски возможно быстрое избавление от избыточного жира. Также она способна насытить кожу человека всеми требующимися микроэлементами.

Каолины разделяют на три разновидности по палегеогрофическому типу: 1.обломочные (терригенные) или унаследованные, аллотигенные; 2. трансформированные; 3. новообразованные.

Колиновыми глинами называют тонкодисперсные горные породы (котрый содержит менее 50% 0,01 мм и не менее 30% 0,0001 мм по Л.Б.Рухин), в основном состоящие из глинистых минералов. Группа каолинита включает каолинит, диккит, накрит, и гидратированную форму галуазита (нашем случае криптоолит) формула Al_4 $[Si_4O_{10}](OH)_8$. Минералы сложены листоватыми структурными единицами, представляющими собой сочетание тетраэдрического кремнекислородного и октаэдрического аллюмокислородно – гидроксильного слоев.

Первичные каолины – это продукты, возникшие за счет выветривания или гидротермального преобразования пород тонкодисспесрные переотложенные каолины называют каолинитовая (огнупорными) глинами. Непосредственно связаны с материалом кор выветривания или с измельченным материалом коренных пород. Зависят от материнского вещества породклиматических условии, способа и длительности переноса [5]. Примером таких глинистых пород , которая является ассосациямиглинистых аллотигенных минералов, вероятно,могуть быть моренные глины, хотя не исключена частичная трансформация тонкодиссперсных силикатов при трении. Этот вид месторождения каолина относится к эллювиальным генетическим глинистым породам [3] по Вассоевичу, а по теории Страхова генезис образованияе этого типа называется корой выветривания. Это глинистое образования древних и совремнных кор выветривования, современных и искоаемых почвы, а также глины материнских пород. В гумидном климате при выветривании гранитоидных пород формируется каолиновые глины, а при выветривовании железо-магниево - аллюмосиликатных пород – хлорит -монтмориллонитовые глины. В корах выветривания терригенных пород обычно формируются гидрослюды и смешаннослойные образования, а глины, образующиеся при выщелачивании карбонатных пород и запольняющие карстовые полости, чаще всего монтмориллонитового состава. Глинистая составляющая полиминеральна [3].

Каолины Ярославского месторождения представляют собой малопластичные горные породы, преимущественно состоящие из минералов каолиновой группы.

Ярославское месторождение каолинов Актюбинской области по палегеогрофическому типу относится к каолинам с корами выветривания магматических, метаморфических, реже осадочных пород, расположены на платформах и областях завершенной складчатости. В зависемости от состава материнских пород при выветривании образуются каолинитовые, галлуазитовые, гидрослюдистые монтмориллонитовые глины. Они содержат минералы первичных пород, слабо пластичны, ползуется редко. Практическое значения имеют остаточные месторождения првичных каолинов, примущественно мезозойского и кайнозойского возраста; для их формирования благопрятны кислые и щелочные породы. Для каолиновых кор выветривания характерно осветление, обусловленное почти полным выносом железа, что рассматривают как результат выщелачивания его гумусовыми кислотами в обстановке развития пышной растительности и жаркого климата со сменой дождевых и засушливых периодов. Формы рудных тел плаще и гнездообразные средняя мощность десятки метров. Минеральный состав определяется каолинитом, ассоциирующим с галлуазитом, монтмориллонитом, халцедоном, реликтовыми минералами. Крупнейшими месторождениями Украины являются Великогадоминецкое и Турбовское. На первом из них каолиновая кора мощностью от 45-90 м. Сформирована по переслаивающимся мигматитами, гнейсами и аплит-пигматоидами гранитами. Снизу вверх выделяют зоны дезинтеграции, гидрослюдисто-каолинитовую с подзонами нормального щелочного каолина. Более 80% объема залежи первичного каолина составляют его высшие сорта, применяемые в бумажной промышленности.

Каолины данного месторождения являются огнеупорными и тугоплавкими глинами и имеют в основном каолинитовый состав, характеризующийся высоким содержанием Al_2O_3-30,2-42,0%) и следующим содержанием % :Fe_2O_3 3-4; $TiO_2$1-2; CaO0,8; SO_3 Они применяются для внутренней облицовки доменных печей для производства огнеупорного припаса металлургических и стекольных печей, кислотоупорных изделий, тонкой керамики, в частности электрокерамики; в литейном деле как свяжущий материаль формировочных смесей . Огнеупорные изделия должны обладать высокой (1580-1770° С) огнеупорностью, большой механической прочностью при разных температурах и способностью противостоять разъедающему действию газов и шлаков. Важным показателем огнеупорности глин является высокое содержание глинозема; максимальное допускание содержание оксидов железа - 4,5 % По содержанию $Al_2O2+ TiO_2$ (в прокаленном состоянии) глины делят на высокоосновные (40%марки ВО), основные (30-40% ОС), полукислые (15-30% ПК), кислые (менее 15% К) По ГОСТУ у аллюмосиликатные огнеупорные изделия разделены на шамотно-глиняные и шамотно-каолиновые, для изготовления которых пригодны глины марок ВО и ОС и полукислые (кварц-каолиновые и кварц-глиняные), получаемые из глины марок ПК иК . В шамотные изделя для уменшения усадки обжиге добавляют шамот продукты обжига огнеупорной глины или необожжонные породы типа сухарных глин; в полукислые изделя вводят кварц. Для производства кислотоупорных керамических изделий сырьем служать каолинитовые и каолинит – гидрослюдистые огнеупорные и

тугоплавкие глины, легкоскепающиеся (в пределах 1100-1250 ° С) с интервалом спекания не менее 200° С Глины не должны иметь включений гипса, кальцита, пирита, песка; содержание окисла железа не более 3%, окисида кальция 1-2% Формировочные глины должны обладать высокой связующей способностью и термической устойчивостью; ограничивается содержание сульфидной серы (не более 0,3%) и оксидов щелочных и щелочноземельных материало (2-3%) [2].

Союзное месторождение каолинов Актюбинской области по палегеогрофическому типу относится к осадочному месторождению, которое возникает в результате переотложения и диагенетического изменения продуктов размыва кор выветривания Преобразованние глинистых минералов продолжается в ходе их размыва, переноса и отложения, некоторая их часть осаждается из коллоидных растворов. По условиям накопления глинистого вещества осадочные месторождения разделяют на континентальные, лагунные и морские. Среди континентальных в свою очередь различают аллювиальные, озерно-болотные и озерные (преноводные и засоленные), ледниковые флювиогляциальные, эоловые среди лагунных месторождения опресненных и осолоненных лагун, а среди лагунных месторождения прибрежной и удаленной от берега частей шельфа.

Генезис образования этого типа в том, что возникновение преобразования первичных глинистых минералов с сохранением структуры (изоморфная трансформация с изменениям химического состава, изменения степени структурного совершенствования) или изменением структуры (полиморфная трансформация) .Трансформация может быть положительной (аградация) и отрицательной (деградация). К деградации относятся преобразования , связанные с выносом катионов, с уменьшением заряда слоя, который уравновешивается межслоевыми катионами с разупорядочением структуры (Ю.П.Казанский 1976 г.). К деградации можно отнести разупорядочение каолинитов при транспортировке, преобразование биотита в монтмориллонит через смешаннослойные образования хлоритового, слюдистого и вермикулитового типов и.т.д. К аградации (Н.Д.Зухс, 1958г.) [3] относятся преобразования монмориллонита в гидрослюду через серию смешаннослойных образований , мусковитизация гидрослюды, стабилизация разбухающих смешаннослойных структур. Поскольку трансформация может представлять собой преобразование, связанное с диффузией катионов присохранении элементов первоначальной структуры, то она может распространиятся и на другие виды силикатов приглинообразовании.Так явление трансформации привлекает ся при характеристике природы каолинизации полевых шпатов в корах выветривовании для ряда : каркасный силикат- слоистый силикат а так же при преобразовании слоистых силикатов в гидротермалных условиях.

Генезису континентального типа этого месторождения формировался глины ледникового (моренные), эоловые, пролювиальные, делювиальные, речные, (русловые, пойменные, старичные, дельтовые), озерные и болотные. Как правило , глины континентального отложения полиминеральны и их состав в основном определяется материалом областей сноса. В аридных и нивальных условях глинистые породы образованы смесями гидрослюды , хлорита и монмориллонита . В гимидных условях где материал подвергался длительному и устойчивому выветриванию, глинистом материале обязателен терригенный каолинит. Мономинеральные или олигомиктовые глины образуется в континентальных условях только в случае постседиментационные аутигенеза. Так глины лагун и озер с повышенной соленностью (аридный литогенез) – монтмориллонитовые с примесью магнезиальных силликатов –хлорита, корренста, полыгорскита, сепиолита и талька, а лагунно-озерные глины гумидного литогенеза – каолинитове (подугольные и межугольные, сухарные глины) Эоловый разнос вулканического пепла над континентами так же является фактором стимулирующим аутигенез

Легкоплавкие глины образуется во всех перечисленных случаях, тугоплавкие и огнеупорные – в озерно-болотных бассейнах и опресненных лагунах.

Вторичные каолины представляют собой продукты размыва и переотложения первичных. Среди них выделяют как неотсортированные разности: каолиносодержащие пески и галечники так и более отфракционированные каолины. По мере увелечения дальности переноса свойства переотложенных каолинов все более соответствуют свойствам глин; таким образом, тонкодиссперсные переотложенные каолины являются каолинитовыми огнеупорными глинами. Среди месторождений каолиновых глин известны терригенно-континентального типа.

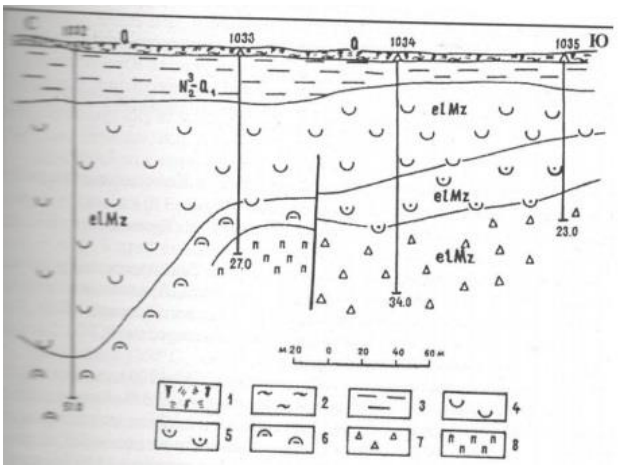


Рис. 1. Проявление каолиновых глин Союзное (участок Союзный).
1 – Почвенно-растительный слой, 2 – суглинки – четвертичные, 3 – глины –верхнеплиоцен-нижнечетвертичные, 4–8 - мезозойская каолиновая кора выветривания верхнепалеозойских гранитов и среднедевонских сланцев, 4 – каолин нормлаьный, 5 – каолин щелочной, 6 – гидрослодистый-монтномориллонит-каолинитовая порода, 7 – дерева, 8 – пеликанит

Рентгенодифрактометрический анализ «Ярославского» и «Союзного» месторождения.

Был проведен рентгенодифрактометрический анализ каолиновых глин Ярославского и Союзного месторождения, на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3,0 с $Cu_{K\alpha}$ – излучением, β-фильтр. Условия съемки дифрактограмм: U=35 кВ; I=20 мА; съемка θ-2θ; детектор 2 град/мин. Рентгенофазовый анализ на полуколичественной основе выполнен по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD: база порошковых дифрактометрических данных PDF2 (Powder Diffraction File) и дифрактограмм чистых от примесей минералов. Возможные примеси, идентификация которых не может быть однозначной из-за малых содержаний и присутствия только 1-2 дифракционных рефлексов, отсутствия данных химического состава или плохой окристаллизованности, указаны в таблице.

Рентгенодифрактометрический анализ «Ярославского» месторождения

Приложение:

1. Межплоскостные расстояния и фазовый состав образцов.
2. Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа
3. Дифрактограммы проб.

Таблица 1. **Межплоскостные расстояния и фазовый состав образца глин месторождение «Ярославское»**

***d*, Å**	*I* %	минерал
10,00702	4,9	слюда
7,17486	32,7	каолинит
4,98766	2,6	слюда
4,46249	4,0	слюда
4,26111	18,0	кварц
3,70462	4,1	альбит
3,57965	26,5	каолинит
3,34685	100,0	кварц
3,03602	3,5	кальцит
2,56450	2,6	слюда
2,49632	3,6	каолинит, кальцит
2,45767	6,8	кварц
2,38387	4,3	каолинит
2,34149	3,2	каолинит

Продолжение таблицы 1.

2,28223	7,4	Кварц
2,23651	4,0	кварц
2,12783	4,3	кварц
1,99516	3,7	слюда
1,97981	4,9	кварц
1,83803	1,5	каолинит
1,81825	10,9	кварц
1,78922	1,7	каолинит
1,67201	6,0	кварц
1,65966	2,7	каолинит
1,54195	7,2	кварц
1,48653	1,9	каолинит
1,45330	2,1	кварц

Примечание:

Все приведенные дифракционные пики принадлежат только указанным выше фазам. Отмечены характерные дифракционные рефлексы, позволяющие провести идентификацию присутствующих фаз.

Таблица 2. **Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа**

Минерал	Формула	Концентрация, %
Каолинит	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$	55,4
Кварц	SiO_2	42,0
Слюда	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	1,4
Кальцит	$Ca(CO_3)$	1,2
Альбит?		

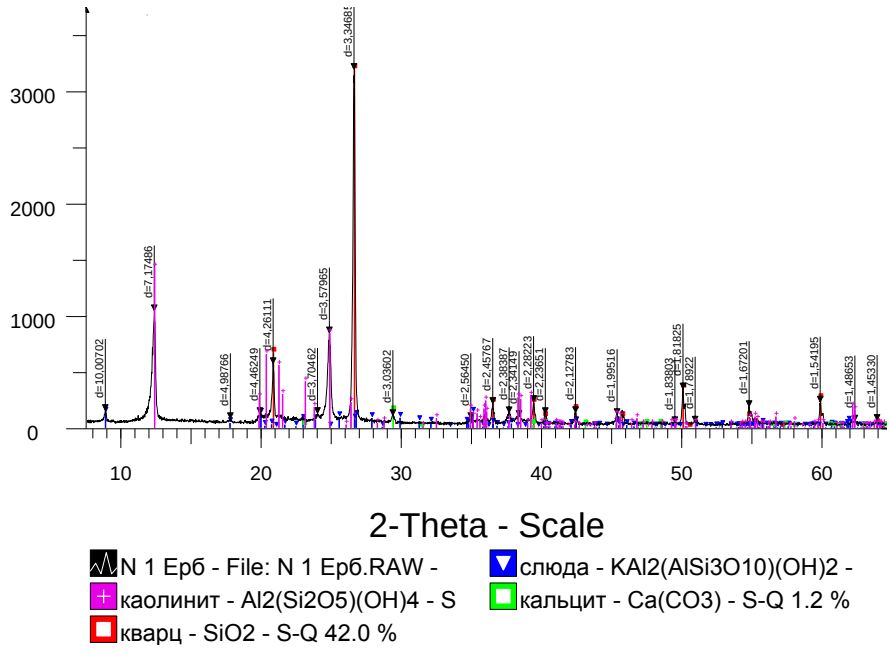


Рис. 2. Дифрактограмма обр. N 1

Рентгенодифрактометрический анализ «Ярославского» месторождения

Таблица 3. **Межплоскостные расстояния и фазовый состав образца глин месторождение «Союзное»**

***d*, Å**	*I* %	Минерал
9,96801	11,6	слюда
7,16592	60,0	каолинит
4,98871	5,5	слюда
4,45338	6,6	слюда
4,26056	27,0	кварц
3,86040	4,7	кальцит
3,70349	6,0	альбит
3,57882	46,2	каолинит
3,34595	100,0	кварц
3,03349	5,3	кальцит
2,49510	5,1	каолинит, кальцит
2,45775	8,6	кварц
2,38565	6,9	каолинит
2,34763	5,5	каолинит
2,28304	8,9	кварц
2,23733	5,5	кварц
2,12874	7,9	кварц
1,99499	7,5	слюда
1,98944	5,7	кварц
1,87391	2,5	кальцит
1,81865	15,4	кварц
1,78920	4,0	каолинит
1,67225	5,0	кварц
1,65925	4,3	каолинит
1,54170	10,1	кварц
1,53767	7,0	каолинит
1,51945	2,2	слюда
1,48605	3,0	каолинит

Примечание:

Все приведенные дифракционные пики принадлежат только указанным выше фазам. Отмечены характерные дифракционные рефлексы, позволяющие провести идентификацию присутствующих фаз.

Таблица 4. **Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа**

Минерал	Формула	Концентрация, %
Каолинит	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$	64,8
Кварц	SiO_2	31,7
Слюда	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	2,5
Кальцит	$Ca(CO_3)$	1,0

Месторождения наиболее ценных глин формируется путем отложения глинистого материала на дне озер, опресненных лагун в некотором удалении от берега; отсутствие электролитов благоприятствует медленному выпадению вещества, что приводит к накоплению тонкодиссперсных однородных глин с обильными растительными остатками. По минеральному составу глины каолиновые, кроме того, присутствуют галлуазит и гидрослюды иногда гидрокислы железы. Залежи имеют форму линз и пластов, выдерживания; по простиранию они прослеживаются на несколько километров при мощности от нескольких метров до первых десятков метров. К этому типу относится Часовъярско-Дружковская группа месторождений в Донецкой области. Латинские в Воронежской областии и месторождений Боровическо-Любытинского района расположенное на севере Нижненовогродской области и приурочено к северу Московской синеклизы. Залегание пород здесь горизонтальное Нижнетульский продуктивный комплекс представлен сухарными, полусухарными и пластичными глинами суммарной мощностью до 6,5м.

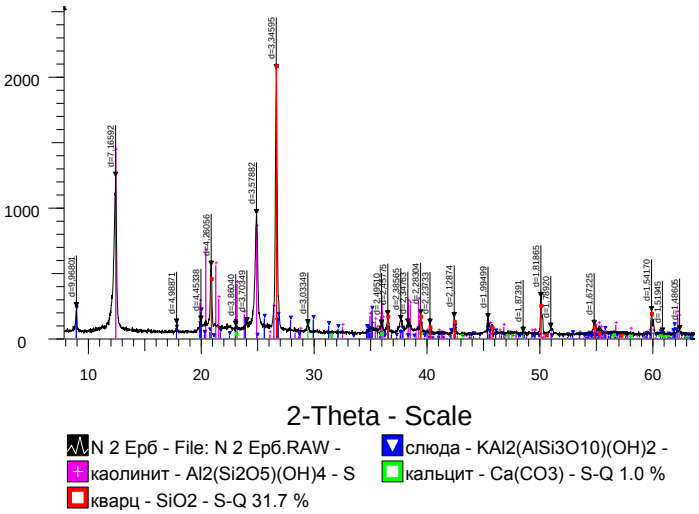


Рис. 3. Дифрактограмма обр. N 2

Условия съемки: Дифрактометр ДРОН-3,0;
ускоряющее напряжение – 35 кВ;
ток анода – 20 мА

Вся тольща прекрыта известняками,содержащими в подчиненных количествах доломиты, пески и глины визейского, а местами и серпуховского возраста , а так же четвертичными отложениями ледникового происхождения. Залежи пластичных огнеупорных глин Любытинского района имеют пластообразную форму, площадь распространения (0,5-1,0) х (2,5-3,0) км. И выдержанную мощность а залежи сухарных глин Боровичинского района и полусухарных Любытинского линзообразную форму длину от50 до 300м.и изменчивую мощность от 0-до 4м. Все глины существенно каолинитовые, в сухарных отмечается примесь гидраргелита . Сухарные глины наиболее ценные: содержат до 41% Al_2O_3 их огнеупорность 1670-1710 ° С.

По огнеупорности каолины относятся к высокоогнеупорным; температура плавления до 1975° С Невысокая пластичность первичных каолинов обусловлена низким содержанием коллойдных частиц.

Каолины подвергаются обогащению (основном мокрому) при полном удалении кварца они должны содержать (в %.) SiO_2-46,5; Al_2O_3-39,5; H_2O 13,96; однако даже при тщательном обогашении в каолинах отмечается не менее 2,5% примесей (Fe_2O_3 , TiO_2, CaO,NaO_2 и др.)

Обожженные каолины используются для производства тонкой (около 15%) , грубой и строительной (около 9%) керамики. К тонкой керамике относятся предметы санитарно-технического, медицинского оборудования, бытовая и химическая посуда и аппаратура, электроаккумоляторы, архитектурно-декоративные изделия.

Фаянсовые и фарфоровые изделия изготавливают из тонко-молотых маложелезистых бело-светложгущихся масс, в состав которых входят каолин, пластичная огнеупорная глина, полевой шпат, кварц и бой. Шихта должна быть чистой и однородной , иметь высокую огнеупорность (1600°-1670° С), широкий интервал спекания (150-200° С и более), минимальные содержание красящих оксидов, не более 0,8 %, CaO; 0,3-0,4% SO_3 при полном отсутствии пирита, сидерита и других включений, дающих выплавки и мушки.

В качестве наполнителя обогашенный каолин используется в бумажной (более 40%), химической (более 8%), стекольной, парфюмерно-косметической промышленности, карандашном производстве и др. Для большинства указанных отраслей необходим наполнитель белого цвета; вводится ограничения по химическому составу, механическим примесям и содержание влаги. Возможно использование каолинов и высокоглиноземистых маложелезистых глин в качестве сырья для получения аллюминия. Запасы в СНГ первичных каолинов исчисляются примерно в 450 млн.т; около 130 млн.т;- запасы каолина в кварц-каолинитовых песках . В СНГ в 1975 г. добыто около 4 млн. т. каолина. Мировая добыча каолина в 1978г. составила 16,5млн.т. наиболее крупными производителями являются США (1978г.- 6,3 млн. т., 1981г. - 7,2 млн.т.,) Великобритания (3,8 млн.т.) Цена каолина (1974г.) варьировала от 1 до 160 дол/т. зависимости от его вида и качества. Запасы огенупорных глин в СНГ составляют 2550 млн.т., запасы вторичных каолинов, основным потребителем которых является огнеупорная промышленность -795 млн.т., В 1975 г.в СССР добыто 10,2 млн.т., огнеупорных глин и 2,85 млн. т. вторичных каолинов. В США в 1978г. плучено 2,8 млн.т. огнеупорных глин. Запасы тугоплавких глин в СССР (1976г.) составляют 660 млн.т.добыча - 3,25 млн.т. Запасы и добычу легкоплавких глин и глинистых пород учесть трудно.

Минерагения. Магматогенные каолиносные формации связаны с орогенными магматическими андезит-липаритовыми наземными эффузивами и гипабиссиальными интрузиями порфиритов, гидротермально-метасоматические изменения которых приводят к появлению различных метасоматитов Большинство залежей гидротермальных каолинов в СНГ в районах молодого вулканизма Куриль Камчатка и областх альпиского орогенеза Закарпатья Сихотэ Алинь Платформенный этап характеризуется формированием гипергенных каолиновых формации кор выветривания в основном мезозойской и кайнозойского возрастов ранее и среднееюрских возраста средней Азии и Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Геологический словарь I-томМосква 1978 Изд «Недра» Под ред.акад.К.Н. Паффенгольц стр.304-305

[2] «Промышленные типы месторождении неметаллических полезных ископаемых» Москва «Недра» 1985 Учебник для ВУЗа / А.Е.Карякин, П.А.Строна, Б.Н.Шаронрв

[3] Справочник по литологии Н.Б.Воссоевич, В.Л.Либровича, Н.В.Логвиненко,Недра 1983г.124-127 стр.

[4] Русько Ю.А. Каолинизация и каолины Украйнского щита .Киев , Наукова думка , 1976г. 157с.

[5] Фациальные типы глиистых пород Ред М.Ф.Викуловой . Л., Недра, 1973. 288с.

[6] Лабораторные исследования каолиновых горных пород произведено в НИИ «Геологические науки» «Лаборатории РФА» Левиным Влад Леонидович

Курбаниязов С.К., УмбетовУ.У., Аймбетова И.О., Абдимуталип Н.А., Нугманов Е.

Ярославл және Союз каолин кенін палеогеографиялық жаралу жағдайна геологиялық зерттеу жүргізу.

Түйіндеме: Бұл мақалада рентгендік фазалық талдау, микроскопиялық, атомды-эммирсионды спектралды, термографиялық және рентгенді дериватограммалық талдау негізінде каолин лайының заттық құрамы анықталды, сонымен қатар Батыс Қазақстан Союз және Ярославл каолин лай кенінің жарамдық мүмкіндігі көрсетілді.

Түйін сөздер: заттық құрамы, каолин, палеогеографиялық жаралу жағдайы, кен, геологиялық зерттеу.

УДК 551.583

[1]K.A. Bostanbekov, [2]N.R. Yunicheva, [1]A.N. Alimova

([1] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, [2]Institute of Information and Computing Technologies, Almaty, Kazakhstan, E-mail: k.bostanbekov@norlist.kz)

CREATING AN ARCHIVE OF HISTORICAL DATA OF GLOBAL CLIMATE MODELS FROM CMIP5 LIST (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT)

Abstract. This paper presents the created data archive of global climate models from the CMIP5 list (Coupled Model Intercomparison Project). The CMIP5 project program includes a group of special experiments on scenario modeling based on the so-called baseline concentration trajectories RCP (Representative Concentration Pathway). This archive is necessary for conducting research within the framework of the international project "Experimental Coordinated Regional Climate Downscaling (CORDEX)", which is aimed at generating simulated data on the future climate of the Earth.

Keywords: climate change predictions, global climate models, CORDEX, high performance calculations, greenhouse gases.

[1]Бостанбеков К.А., [2]Юничева Н.Р., [1]Алимова А.Н.

([1] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, [2]Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан. E-mail: k.bostanbekov@norlist.kz,)

СОЗДАНИЕ АРХИВА ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ КЛИМАТА ИЗ СПИСКА CMIP5 (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT)

Аннотация. В данной работе представлен созданный архив данных глобальных моделей климата из списка CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project). В программу проекта CMIP5 включена группа специальных экспериментов по моделированию сценариев, основаных на так называемых исходных траекториях концентраций RCP (Representative Concentration Pathway). Данный архив необходим для проведения исследования в рамках международного проекта «Эксперимент по скоординированному региональному даунскейлингу климата (CORDEX)», которая нацелена на формирование смоделированных данных будущего климата Земли.

Ключевые слова: прогнозы изменения климата, глобальные модели климата, CORDEX, высокопроизводительные расчеты, парниковые газы.

Для изучения изменений климата под воздействием антропогенных и природных факторов основными инструментами являются глобальные и региональные гидродинамические модели. На основе глобальных моделей общей циркуляции атмосферы и океана получены проекции изменений текущего и будущего климата. Но для более детального изучения местности вместо глобальных моделей применяют мезомасштабные гидродинамические модели, которые имеют более высокое пространственное разрешение и где учитываются локальные климатообразующие факторы. Большинство исследований основанные на региональных климатических моделях обособлены и связаны с конкретными интересами, и в настоящее время нет всестороннего представления о региональных перспективных оценках изменения климата. В связи с этим в рамках Всемирной программы исследований климата (ВПИК) была создана Целевая группа по региональному даунскейлингу климата. Результатом деятельности этой группы стало создание структуры под названием «Эксперимент по скоординированному региональному даунскейлингу климата (CORDEX)» [1-7]. Цель CORDEX – обеспечить структуру, доступную для широкого научного сообщества при максимальном использовании результатов. Поэтому области CORDEX охватывают большую часть земной поверхности земного шара, включая регион Центральной Азии.

Эксперименты проводятся на базе расчетов по ансамблю моделей общей циркуляции атмосферы и океана нового поколения, участвующих в международном проекте сравнения климатических моделей CMIP5. В сентябре 2008 года состоялась встреча, где приняли участие 20 групп по моделированию климата со всего мира, Рабочая группа по сопряженному моделированию (WGCM) решила продвигать новый набор скоординированных экспериментов по модели климата. Эти эксперименты составляют пятую фазу проекта сравнения климатических моделей (CMIP5) [8]. Модели нового поколения отличаются более высоким пространственным разрешением и усовершенствованными модельными описаниями компонентов климатической системы Земли. Модели климата постепенно перерастают в модели земной системы в целом, которые уже не только рассчитывают динамику атмосферы и океана, но и включают в себя детальные подмодели химии атмосферы, растительности, почвы, химии и биологии моря и других процессов и явлений, влияющих на климат. В программу проекта CMIP5 включена группа специальных экспериментов, направленных на установление причин наблюдаемых климатических изменений и оценку сравнительного значения вызывающих их внешних воздействий. Оценка влияния отдельных внешних воздействий на климат основывается на сравнении наблюдаемых изменений с ожидаемой реакцией на предполагаемые воздействия, полученной с помощью климатических моделей.

CMIP5 поддерживает стандартный набор симуляций моделей для того, чтобы:

– оценить, насколько реалистичны модели при моделировании недалекого прошлого;

– предоставлять прогнозы будущего изменения климата в двух временных масштабах: ближайшем (до 2035 года) и долгосрочном (до 2100 года и далее);

– внести понятие на некоторые факторы, ответственные за различия в модельных проекциях, включая количественную оценку некоторых ключевых обратных связей, которые связаны с облаками и углеродным циклом.

В отличие от сценариев, используемых в четвертом цикле оценок Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC), которые основывались на сценариях выбросов парниковых газов, следующее поколение экспериментов по моделированию сценариев основано на так называемых исходных траекториях концентраций (RCP) [9, 10], т.е. заданных траекториях концентраций парниковых газов на протяжении XXI века, соответствующих различным уровням стабилизации радиационного воздействия, которые будут достигнуты к 2100 г. Исходные траектории концентраций (RCP) не являются новыми, полностью интегрированными сценариями (т.е. они не являются полным пакетом социально-экономических, экологических и климатических прогнозов). Они представляют собой согласованные наборы проекций только компонентов радиационного воздействия, которые предназначены для использования в качестве исходных данных для моделирования климата, масштабирования моделей и химического моделирования атмосферы. Как таковые, они дают толчок развитию сценария среди исследовательских сообществ, из которого можно исследовать неопределенности в отношении социально-экономического, климатического и экологического будущего. Таким образом, они представляют собой только начало параллельного процесса разработки новых сценариев для пятого Оценочного доклада МГЭИК.

RCP - это четыре независимых пути, разработанных четырьмя отдельными группами моделирования. Имеются четыре сценария с уровнями стабилизации 2.5, 4.5, 6.0 и 8.5 ppm (которые соответственно называются RCP2.5, RCP4.5, RCP6.0 и RCP8.5) (Рис. 1). В рамках CMIP5 при моделировании с использованием глобальных моделей наивысший приоритет отдан уровням RCP4.5 и RCP8.5, которые приблизительно соответствуют сценариям выбросов пятого оценочного доклада МГЭИК.

Глобальная служба предоставляет индикаторы воздействия на климат (CII) с пространственным и временным разрешением, отличное от современной производственной цепочки, начиная с результатов глобальной климатической модели, за которыми следуют масштабирование и корректировка смещения, до воздействия на моделирование и расчеты индикаторов. Первоначальным источником данных глобальной климатической модели является проект сравнения климатических моделей (CMIP5) МГЭИК, использующий 19 моделей общей циркуляции с разрешением 2 градуса (Таблица 1), которые доступны в хранилище климатических данных C3S. Индикаторы воздействия на климат (CII), связанные с температурой и осадками, представлены с указанным исходным пространственным разрешением (Рис. 2). Связанные с водой данные основаны на моделировании гидрологического воздействия с использованием модели World-Wide-HYPE и предоставляются для водосборов (полигонов) со средним разрешением 1000 км^2 по всему миру. Временное разрешение колеблется от ежедневных временных рядов до 30-летних средних годовых или месячных значений.

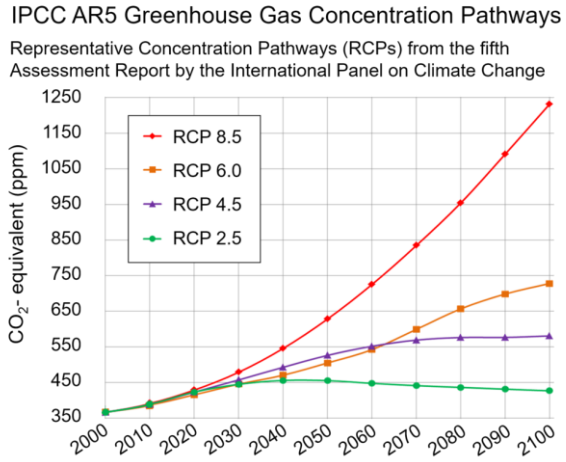


Рис. 1. Траектория концентрации парниковых газов пятого оценочного доклада МГЭИК

Таблица 1. **Глобальные климатические модели, используемые для получения индикаторов воздействия на климат**

Институт	Наименование ГКМ	Сценарий	Разрешение:	
			широта	долгота
CSIRO-BOM	ACCESS1-0	historical,rcp45, rcp85	1.25	1.875
CSIRO-BOM	ACCESS1-3	historical,rcp45, rcp85	1.25	1.875
BNU	BNU-ESM	historical,rcp45, rcp85	2.7906	2.8125
IPSL	IPSL-CM5A-MR	historical,rcp45, rcp85	1.2676	2.5
IPSL	IPSL-CM5A-LR	historical,rcp45, rcp85	1.8947	3.75
IPSL	IPSL-CM5B-LR	historical,rcp45, rcp85	1.8947	3.75
MPI-M	MPI-ESM-MR	historical,rcp45, rcp85	1.8653	1.875
MPI-M	MPI-ESM-LR	historical,rcp45, rcp85	1.8653	1.875
MOHC	HadGEM2-ES	historical,rcp45, rcp85	1.25	1.875
MOHC	HadGEM2-CC	historical,rcp45, rcp85	1.25	1.875
NCC	NorESM1-M	historical,rcp45, rcp85	1.8947	2.5
NOAA-GFDL	GFDL-ESM2G	historical,rcp45, rcp85	2.0225	2.5
GFDL-ESM2M	GFDL-ESM2M	historical,rcp45, rcp85	2.0225	2.5
NOAA-GFDL	GFDL-CM3	historical,rcp45, rcp85	2	2.5
CNRM-CERFACS	CNRM-CM5	historical,rcp45, rcp85	1.4008	1.40625
INM	INM-CM4	historical,rcp45, rcp85	1.5	2
BCC	BCC-CSM1.1	historical,rcp45, rcp85	2.7906	2.8125
BCC	BCC-CSM1.1(m)	historical,rcp45, rcp85	2.7906	2.8125
ICHEC	EC-EARTH	historical,rcp45, rcp85	1.1215	1.1215

В оптимальном случае, все региональные модельные эксперименты CORDEX должны охватывать период 1951-2100 гг. для того, чтобы включить последний исторический период и весь XXI век. Однако для многих групп расчеты могут оказаться слишком трудоемкими, чтобы выполнять моделирование CORDEX для всего вышеуказанного периода. Поэтому период 1951-2100 гг. разделен на пять 30-летних временных отрезков, и участвующие группы должны моделировать эти отрезки в следующем порядке приоритетности: 1981-2010 гг., 2041-2070 гг., 2011-2040 гг., 2071-2100 гг. и 1951-1980 гг. Первый период (1981-2010 гг.) является исходным для оценки модели и расчета изменения климата. Второй временной отрезок, охватывающий будущий период, был выбран как компромисс между потребностями сообщества с точки зрения будущего периода времени и потребностями в получении четкого сигнала изменения. Все участвующие группы должны как минимум выполнить эти два временных отрезка, чтобы иметь приемлемый ряд модельных экспериментов для анализа и взаимного сравнения.

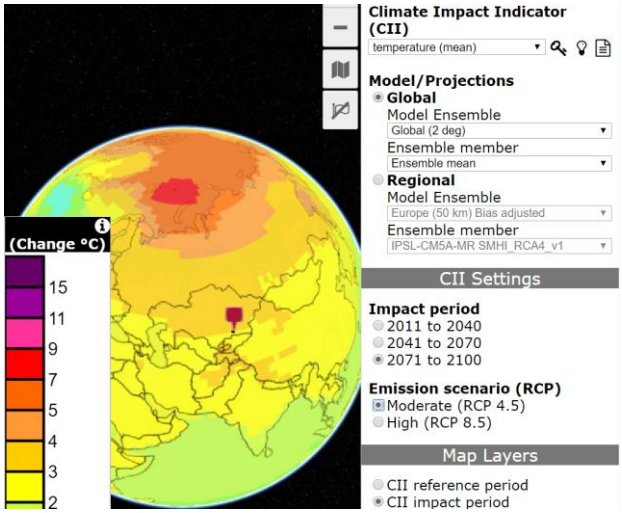


Рис. 2. Индикатор воздействия на климат (CII). Средняя температура по сценарию RCP 4.5 для периода 2071 - 2100 гг.

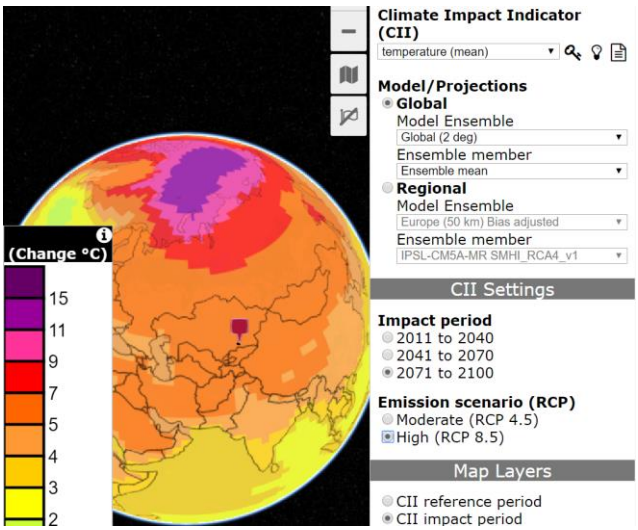


Рис. 3. Индикатор воздействия на климат (CII). Средняя температура по сценарию RCP 8.5 для периода 2071 - 2100 гг.

Ключевым аспектом программы CORDEX является наличие высокопроизводительных вычислительных средств и управление большим количеством требуемых входных данных моделей, а также выходная продукция моделей и взаимное сравнения. Результаты моделирования необходимо хранить так, чтобы они были легко доступными для конечных пользователей. Также требуется стандартизация форматов (в соответствии с нормативами формата CMIP5).

Данные, рекомендуемые CMIP5 для скачивания, включают в себя следующие:

1) исторические атмосферные концентрации, а также концентрации для RCP (2005-2100) и их расширение до 2300 (ECP). В общем, указаны атмосферные концентрации следующих газов: CO_2, CH_4, N_2O, все топленые газы, контролируемые согласно Киотскому протоколу (ГФУ, ПФУ и SF6), и озоноразрушающие вещества, контролируемые согласно Монреальскому протоколу (ХФУ, ГХФУ, галлоны, CCl_4, CH_3Br, CH_3Cl).

2) исторические данные о выбросах (1850 - 2000), а также выбросы для RCP (2000-2100). В общих выбросах предусмотрены следующие газы: CH_4, SO_2, NOx, CO, NH_3, а также BC, OC и VOC. Другие дополнительные виды, такие как C_2H_4O (ацетальдегид), C_2H_5OH (этанол), C_2H_6S (диметилсульфид), C_3H_6O (ацетон) и т.д., доступны только для исторических выбросов от сжигания биомассы.

3) исторические данные по аэрозолям (1850-2000) по следующим видам: сульфат (SO_4), нитрат аммония (NH_4NO_3), гидрофобный черный углерод (CB_1), гидрофильный черный углерод (CB_2), гидрофобный органический углерод (CB_1), гидрофильный органический углерод (CB_2), вторичные органические аэрозоли (SOA), пыль (DST01-04, от малых до больших размеров)) и морская соль SSLT01-04). Кроме того, температура (T) и поверхностное давление (PS) обеспечиваются для обеспечения возможности перевода единиц (все аэрозоли указаны в кг/кг, сухая масса).

4) исторические и RCP прогнозы землепользования и связанные с ними переходы землепользования [11-13].

Данные глобальных моделей климата для скачивания доступны на сайте https://dataserver.nccs.nasa.gov. Для нашего исследования был сформирован архив данных из 19 глобальных моделей климата, указанные в таблице 1 по трем сценариям: исторические, RCP 4.5 и RCP 8.5. Для скачивания был выбран домен Центральной Азии, координаты которой установленны программой CORDEX. Для проведения эксперимента будут использованы три параметра: минимальная температура, максимальная температура и осадки. Сервис для скачивания предоставляет ежесуточные данные по указанным параметрам для следующих периодов: исторические с 1950 по 2005 гг., RCP 4.5 и RCP 8.5 с 2006 по 2100 гг.

Для автоматического скачивания и проверки целостности данных был разработан специальный программный модуль. Алгоритм программы разработан так, что позволяет избегать повторной загрузки файла при условии выполнения его целостности. Выявленные поврежденные файлы были автоматически повторно загружены и верифицированы. Таким образом, с помощью разработанного автоматического модуля загружены данные осадков, минимальной и максимальной температуры, состоящие из 3192 файлов за период с 1950 по 2006 гг. по историческим данным, и 10830 файлов за период с 2005 по 2100 гг. для RCP 4.5 и RCP 8.5.

Для дальнейшего сравнения и анализа данных с результатами расчета полученные данные были усреднены по месяцам с помощью скрипта, написанный на языке Python. В результате был сформирован архив данных глобальных моделей климата из списка CMIP5 для использования в исследовании в рамках проекта CORDEX.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования научных проектов КН МОН РК №AP05135848 «Моделирование будущего климата Центральной Азии в рамках международного проекта CORDEX (COordinated Regional climate Downscaling EXperiment)»

ЛИТЕРАТУРА

[1] Giorgi F., Jones C., Asrar G.R. Addressing climate information needs at the regional level: the CORDEX framework // WMO Bulletin. – 2009. – № 58 (3), – PP.175-193

[2] Michalakes J., Dudhia J., Gill D., Henderson T., Klemp J., Skamarock W., Wang W. The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance // Use of High Performance Computing in Meteorology. – 2005. – PP.156–168.

[3] Michalakes, J., Chen S., Dudhia J., Hart L., Klemp J., Middlecoff J., Skamarock W. Development of a Next Generation Regional Weather Research and Forecast Model // Developments in Teracomputing. – 2001. – PP.269-276 // https://pdfs.semanticscholar.org/c9cb/ef0374a8417be2804a39a0a77116a39053aa.pdf: 30.09.2018.

[4] Takle, E.S., and Coauthors. Project to Intercompare Regional Climate Simulations (PIRCS): Description and initial results // Journal of Geophysical Research. – 1999. – № 104. – PP.443–461.

[5] Zhu, J., Liang X.-Z. Regional climate model simulation of U.S. soil temperature and moisture during 1982–2002// Journal of Geophysical Research. – 1999. – № 110 // https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2005JD006472: 24.12.2005

[6] Nakanish M. Improvement of the Mellor—Yamada Turbulence Closure Model Based on Large-Eddy Simulation Data // Boundary-Layer Meteorology. – 2001. – № 99. – PP.349-378.

[7] Monin, A.S., Obukhov A.M. Basic laws of turbulent mixing in the surface layer of the atmosphere // https://mcnaughty.com/keith/papers/Monin_and_ Obukhov_1954.pdf: 12.11.2008

[8] CMIP5 – Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 – Overview // https://cmip.llnl.gov/cmip5/index.html?submenuheader=0: 25.05.2019

[9] Global Climate Impacts // https://climate.copernicus.eu/global-climate-impacts: 25.05.2019

[10] Wayne G.P. The Beginner's Guide to Representative Concentration Pathways // 2013. – https://skepticalscience.com/docs/RCP_Guide.pdf: 25.05.2019

[11] Wise M.A., Calvin K.V., Thomson A.M., Clarke L.E., Bond-Lamberty B., Sands R.D., Smith S.J., Janetos A.C., Edmonds J.A. Implications of Limiting CO2 Concentrations for Land Use and Energy // Science. – 2009. – №324 (5931). – PP.1183-1186.

[12] Riahi K., Gruebler A., Nakicenovic N. Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization // Technological Forecasting and Social Change. – 2007. – №74 (7). – PP.887-935.

[13] Tugba Ozturk, M. Tufan Turp, Murat Türke, M. Levent Kurna Projected changes in temperature and precipitation climatology of Central Asia CORDEX Region 8 by using RegCM4.3.5 // Atmospheric Research. – 2017. – Vol.183. – PP. 296-307

Бостанбеков К.А., Юничева Н.Р., Алимова А.Н.

CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project) тізіміне жататын жаһандық климаттық модельдердің тарихи деректер қорын жасау

Түйіндеме. Бұл мақалада CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project) тізіміне жататын жаһандық климаттық модельдердің деректерінен құрылған дерекқор ұсынылған. CMIP5 жобасының бағдарламасына концентрацияның алғашқы траекториясына RCP (Representative Concentration Pathway) негізделген сценарийлерді модельдеу бойынша арнайы эксперименттер тобы қосылған. Бұл дерекқор Жердің болашақ климаты туралы есептелген деректерді құруға бағытталған «Климатты бағдарланған аймақтық даунскейлингтеу бойынша тәжірибе (CORDEX)» халықаралық жобасы шеңберінде зерттеулер жүргізу үшін қажет.

Түйін сөздер: климаттың өзгеруі туралы болжамдар, жаһандық климаттық модельдер, CORDEX, жоғарыөнімді есептеулер, көшетхана газдары.

УДК 550.361.4

A.E. Abetov, A.N. Uzbekov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, abetov.auez@mail.ru, abl_21@mail.ru)

DEEP STRUCTURE OF CENTRAL KAZAKHSTAN

Abstract. The article presents the materials of research on the study of the correlation of the deep structure of Central Kazakhstan with the distribution of anomalies of geophysical fields and active tectonic faults.

According to the results of the studies, the absence of an obvious geospatial relationship between the structural plan on the Moho surface, the orientation of active tectonic faults and the distribution of regional and local gravitational anomalies, the distribution of geotemperature at a cut depth of 30 km, the depths of the hypocenters of seismic events.

In the anomalous geomagnetic field structural elements on the surface of the Moho are weak, sporadic confirmation.

A large part of the hypocenters of the seismic event appears above the depressions in the relief of the Moho. The remaining part - fall on the zone of articulation of deflections and projections on the surface of the Moho, or on the marginal zones of projections on this surface.

Key words: deep structure, gravitational field, anomalous geomagnetic field, thermal field, tectonic faults, seismicity.

А.Е. Абетов, А.Н. Узбеков
(Satbaev University, Алматы, Республика Казахстан, abetov.auez@mail.ru,abl_21@mail.ru)

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. В статье изложены материалы исследований по изучению корреляционной связей глубинного строения Центрального Казахстана с распределением аномалий геофизических полей и активных тектонических разломов.

По результатам выполненных исследований установлено отсутствие очевидной геопространственной связи между структурным планом по поверхности Мохо, ориентацией активных тектонических разломов и

распределением региональных и локальных гравитационных аномалий, распределением геотемператур на срезе глубин 30 км, глубинами гипоцентров сейсмических событий

В аномальном геомагнитном поле структурные элементы по поверхности Мохо находят слабое, спорадическое подтверждение.

Большая часть гипоцентров сейсмических событии проявляется над прогибами в рельефе Мохо. Оставшаяся часть - приходятся на зоны сочленения прогибов и выступов по поверхности Мохо, либо на краевые зоны выступов по этой поверхности.

Ключевые слова: глубинное строение, гравитационное поле, аномальное геомагнитное поле, тепловое поле, тектонические разломы, сейсмичность.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, Центральный Казахстан представляет собой один из сложных, в геологическом отношении регион. Планомерное изучение его глубинного строения начало вестись с конца 50-х годов прошлого столетия.

Большой вклад в исследованиях земной коры и верхней мантии был внесен Институтом геологических наук им. К.И. Сатпаева Академии наук Казахской ССР и Казахским геофизическим трестом Министерства геологии Казахстана [1].

По результатам этих работ вся территории Центрального Казахстана покрыты сетью профилей ГСЗ-МОВЗ и маршрутами магнито-теллурического зондирования (рис.1).

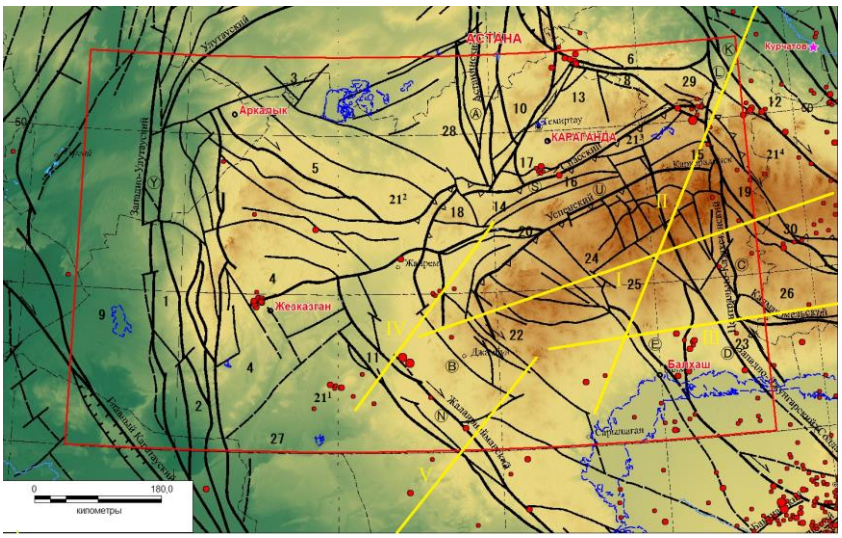


Рис. 1. Схема профилей ГСЗ-МОВЗ, совмещенная с сейсмичностью территории Центрального Казахстана. Черные линии – активные тектонические разломы, красные кружки – очаги землетрясений. Желтые линии профиля ГСЗ-МОВЗ: I-Центрально-Казахстанский, II-Славгородский, III-Кентерлауский, IV-Жалпакский, V-Песчаный. Красный контур-исследуемая территория

Общая протяженность профилей ГСЗ-МОВЗ составила 2740км. Отработаны они по линиям Центрально-Казахстанский, Славгородский, Кентерлауский, Жалпаксайский и Песчаный (отработанные в период 1976-1983гг), которые ориентированы вкрест простирания основных тектонических структур Центрального Казахстана.

По результатам проведенных работ изучено глубинное строение Центрального Казахстана, характер связи структурных элементов верхней части коры с морфологией глубинных границ и прогнозируемым вещественным составом, глубина проникновения и характер проявления крупных разломов в глубоко залегающих структурных этажах земной коры, положение поверхностей тектонических срывов.

Следующим фактом, известным из опубликованной литературы, является увеличенная мощность земной коры в районе Центрально-Казахстанского гравитационного минимума и в прилегающих к нему районах. К северу от него, в областях развития каледонских структур Казахской складчатой области наблюдается частичная потеря регулярности прослеживания внутрикоровых сейсмических отражающих границ [1].

При изучении его глубинного строения геолого-геофизическими методами большое внимание было уделено анализу поведения границы Мохо, разделяющей земную кору и верхнюю мантию.

Поэтому, за основу проведенных исследований нами была взята структурная карта подошвы земной коры Республики Казахстан и сопредельных сейсмоактивных территорий, разработанная в Институте сейсмологии МОН РК на бумажном носителе в масштабе 1:2,500,000 [2].

Структурный план поверхности Мохо

Поверхность Мохо (или переходная зона Мохо) условно принята в качестве сейсмического раздела земной коры и верхней мантии. В Центральном Казахстане она отмечается в широком интервале значений скорости прохождения волн от 7,4 км/с до 8,2 км/с.

На границах блоков земной коры различной стабильности природа границы Мохо и глубина ее залегания могут меняться под влиянием процессов тепломассопереноса, происходящих в основании консолидированной коры и в верхней мантии (дифференциация, текучесть и плавление коры, поднятие мантийных плюмов и т.д.).

По результатам изучения морфологии поверхности Мохо на территории Центрального Казахстана в рельефе этой поверхности обособляются прогибы и поднятия, структурный рисунок которых не соответствует современному тектоническому плану Центрального Казахстана.

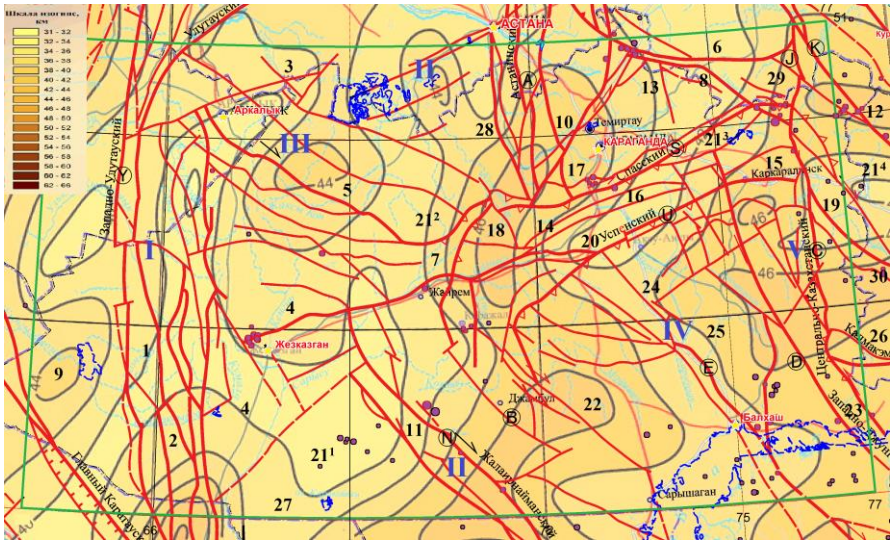


Рис. 2. Совмещенная карта подошвы Земной коры [по данным Нусипова Е.Н., Степаненко Н.П., Узбекова Н.Б. 2007г. (2007г. с дополнениями по Мазаровичу А.О.- 2006г.)].

Условные обозначения:

I-Выступы метаморфического фундамента; II-Каледонские складчатые зоны; III-Наложенные герцинские структуры в каледонидах: IV-Герцинская Джунгаро-Балхашская система; V- Балхаш-Илийский позднепалеозойский вулканический пояс.

1-30. Тектонические элементы.

I-Выступы метаморфического фундамента: *1—2 — Улутауский;*

II-Каледонские складчатые зоны. Антиклинории: *6 — Ерментауский, 8 — Бощекульский, 12 — Чингизский мегантиклинорий, 27-Бетпакдалинский, 28-Майкаинский;*

Синклинории*: 9— Байконурский, 10 — Селетинский, 11 — Джалаир-Найманский, 29-Баянаульский;*

III-Наложенные герцинские структуры в каледонидах: *3 — Тенизская впадина, 4— Джезказганская (Чу- Джезказганская) впадина, 5 — Сарысу-Тенизская зона глыбовых складок; 7 — Каражальский прогиб, 13 —Шидертинская впадина, 17— Карагандинский прогиб;*

21^1— 21^2 —21^3—21^4 девонский краевой вулканический пояс.

IV-Герцинская Джунгаро-Балхашская система. Антиклинории*: 14 — Спасский, 16 —Тектурмасский, 18 — Атасуйский, 22 — Актау-Моинтинский, 23 — Северо-Балхашский.*

Синклинории: *15 — Нуринский, 19 — Карасорский, 20 — Успенский {с одноименной зоной смятия), 24 — Жаман-Сарысуйский;*

V- Балхаш-Илийский позднепалеозойский вулканический пояс: *Впадины: 25 —Токрауская, 26 — Калмакэмельская, 30- Баканасская.*

Красные линии *– изолинии теплового поля на срезе глубин 10км.*

Черные линии *– глубинные разломы.*

Красные кружки *– очаги землетрясений.*

Глубинные разломы: *Ⓐ-Астанинский,Ⓑ - Западно-Балхашский, Ⓒ-Центрально-Казахстанский, Ⓓ -Западно-Джунгарский, Ⓔ - Коунрад-Борлинский, Ⓚ - Калба-Чингизкий, Ⓛ-Чингизкий надвиг, Ⓝ-Жалаир-Найманский, Ⓢ-Спасский, Ⓤ-Успенский, Ⓨ-Западно-Улутауский.*

Фиолетовые кружки – очаги землетрясений, красные линии - разломы.

Зеленый контур - исследуемый территория.

На структурной схеме по поверхности Мохо четко фиксируются три субмеридионально вытянутых разноориентированных узких и глубоких прогиба (до 44 - 46 км).

Первый - пространственно приурочен к Джалаир-Найманскому, Карагандинскому, Селетинскому и Каражальскому синклинориям, Актау-Моинтинскому, Атасуйскому, Спасскому и Майкаинского антиклинориям (рис. 2).

Второй прогиб по поверхности Мохо простирается в северо-восточном направлении и охватывает Чингизкий мегантиклинорий, Нуринский и Карасорский, Калмакэмельский и Баканасский прогибы.

Еще один ареал прогибов по поверхности Мохо наблюдается в северных фрагментах Бетпакдалинского антиклинория и Байконурского синклинория, в южной части Улутауского выступа.

Прогибы по поверхности Мохо разделены поднятиями, в пределах которых поверхность Мохо занимает гипсометрически приподнятое положение и залегает на глубинах 40 – 44 км.

Одно из них выделяется в полосе в Жаман-Сарысуйского, Успенского и Шедертинского синклинориев, Тектурмаского, Бощекульского и Ерментауского антиклинориев.

Второе - наблюдается на западном фланге девонского краевого вулканического пояса в Джезказганской и Тенгизкой впадинах, в северной части Улутауского выступа.

Глубинная дизъюнктивная тектоника и структура поверхности Мохо

В первую очередь обращает на себя внимания факт несовпадения ориентации глубинной дизъюнктивной тектоники и структурного плана по поверхности Мохо, что опровергает расхожие утверждения о расположении глубинных разломов на границах антиклинорных и синклинорных зон по данной поверхности.

В некотором роде это может отражать ситуацию, в соответствии которой активные тектонические разломы не обладают сквозькоровым характером и затухают в консолидированной коре (рис.1).

Корреляция структурного плана по поверхности Мохо с потенциальными геофизическими полями

Гравитационное поле

Не наблюдается очевидной связи между структурным планом по поверхности Мохо и распределением региональных и локальных гравитационных аномалий. Так, ранее выделявшийся Центрально-Казахстанский прогиб по поверхности М, совпадающий с одноименным региональным гравитационным минимумом, в качестве единой структуры сейсморазведкой не подтвердился [3].

Другим существенным различием является факт, согласно которому в структуре поверхности Мохо проявляется четко выраженная субмеридиональная зональность линейно-вытянутых тектонических элементов, то в региональном поле гравитационных аномалий получили развитие полигональные, мозаичные формы, при ограниченной роли линейно-вытянутых аномалий Δga [4].

Таким образом, резкая плотностная дифференциация блоков земной коры формируется в интервалах глубин выше поверхности Мохо.

Геомагнитное поле

В распределений аномалии магнитного поля наблюдается спорадическая корреляция с распределением структур по поверхности Мохо.

Примером спорадического проявления корреляционных связей можно рассматривать несколько районов. Один из них обособляется в южной части Улутаусского выступа метаморфического фундамента, где поверхность Мохо заглубляется до 44 – 46 км. Здесь проявляются чередование линейно вытянутых положительных и отрицательных аномалий геомагнитного поля [5].

Еще один район с хорошей корреляцией обособляется в Жаман-Сарысуйском синклинории и Токрауской впадине (Северо-Балхашская структурная тектоническая зона). Здесь выступ по поверхности Мохо 42 - 44 км пространственно совпадает с областью интенсивного положительных аномалии мозаичного характера.

В Чингизском мегантиклинории, Баканасской и Калмакэмельской впадинах с глубиной погружения поверхности Мохо до 46 км обособляются резкие отрицательными линейные аномалия со сложным рисунком и ориентацией.

Сарысу-Тенизкая зона глыбовых складок в аномалном геомагнитном поле выделяются изометричными либо полигональными положительными аномалиями. Здесь поверхность Мохо заглубляется до 44 км.

Таким образом, предварительно можно говорить, что в пределах вышеперечисленных тектонических элементов отрицательные аномалии геомагнитного поля коррелируются с прогибами в рельефе поверхности Мохо.

Положительные аномалии геомагнитного поля не корреллируются либо слабо корреллируются со структурным планом по поверхности Мохо.

Тепловые поля

Корреляционные связи между рельефом поверхности Мохо и распределением температур на срезе 30 км не прослеживаются, за исключением восточной части территории исследований в составе которой обособляются Северо-Балхашский антиклинорий, Токрауская и Калмакэмельская впадины [6], в пределах которых заглубение по поверхности Мохо в поле геотермических аномалии соответствует минимумы со значениями менее 500ºС.

Сейсмичность

Большая часть сейсмических событий на территории Центрального Казахстана проявляется в интервале глубин 5-24 км [7].

Наблюдается некоторая корреляционная зависимость расположения гипоцентров землетрясений от структурного плана по поверхности Мохо. Большая часть гипоцентров позиционируется над прогибами в рельефе этой поверхности.

Очевидной связи между глубиной гипоцентров землетрясений и структурным планом по поверхности Мохо не прослеживается.

К примеру, к крупной области прогибов по поверхности Мохо принадлежат Джалаир-Найманский, Карагандинский, Каражальский синклинории, Актау-Моинтинский антиклинорий (рис. 2).

В пределах Джалайр-Найманского синклинория гипоцентры землетрясений зафиксированы на глубинах 18-19 км, в Карагандинском прогибе – 9 км, Каражальском синклинории - 5 км, Актау-Моинтинском антиклинории - 10-15 км.

В области прогибов по поверхности Мохо на восточном фланге территории исследований гипоцентры землетрясений обособляются следующим образом: в Чингизком мегантиклинории на глубинах 10-13 км, в Токрауской впадине в интервале глубин 5-20 км, в Баянаульском антиклинории – 24 км.

На юго-западном фланге территории исследований прогиб по поверхности Мохо приурочен к северным фрагментам Бетпакдалинском антиклинория, где гипоцентры землетрясений зафиксированы на глубинах 10-11 км.

Остальные гипоцентры землетрясений зафиксированные в Центральном Казахстане приходятся на зоны сочленения прогибов и выступов по поверхности Мохо, либо на краевые зоны выступов по этой поверхности.

К примеру, в Северо-Балхашском антиклинории гипоцентры землетрясений зафиксированы на глубинах 22 км.

Активная сейсмичность проявляется в западном и восточном сегментах девонского краевого вулканического пояса. Однако глубина гипоцентров здесь не было рассчитана.

Поверхность гранулит-базитового слоя

Результаты анализа по поверхности Мохо были бы не полными без привлечения сведений по поверхности гранулит-базитового слоя.

Согласно данным [7] в составе рассматриваемого слоя входят, главным образом, гранулиты основного ряда, представленные гиперстеновыми кристаллическими сланцами, кордиерит-гранатовыми породами, эклогитами, гранатовыми пироксенолитами, друзитами, чарнокитами и кальцифировами.

Такого рода комплексом пород сложены нижние горизонты земной коры Кокшетауского террейна [9].

Минеральные ассоциации этого слоя отвечают двупироксеновой фациальной группе пород, сформированных в процессе метаморфизма при температуре от 900 до 1100-1200 ºС и давлении от 6-7 до 10-13 кбар. Региональный метаморфизм гранулитовой фации сопровождается

ультраметаморфизмом с формированием метабластических структур. С этими процессами в условиях раздробления фундамента связано формирование эклогитов и гранатовых пираксенолитов [10].

Важным источником сведений о составе нижних горизонтов гранулит-базитового слоя являются также ксенолиты глубинных пород из трубок взрыва кимберлитов. Большая группа ксенолитов соответствует плагиоклазовым эклогитоподобным породам и амфиболитам. Предполагается, что эти породы образуют однородный недифференцированный базитовый слой в основании базальтового слоя.

Следовательно, в нижней части земная кора представлена менее дифференцированными эклогитоподобными породами и амфиболитами, переходными к мантийным эклогитам.

Синие линии – профиля ГСЗ-МОВЗ, красные кружки – очаги землетрясений, черные линии – изогибы по поверхности гранулит-базитового слоя, оранжевые линии – активные тектонические разломы, красный контур – исследуемая территория.

На рисунке 3 изображена схема рельефа поверхности гранулита-базитового слоя для фрагмента Центрального Казахстана. Структурный план по поверхности гранулит-базитового слоя не согласуется со структурным планом по поверхности Мохо.

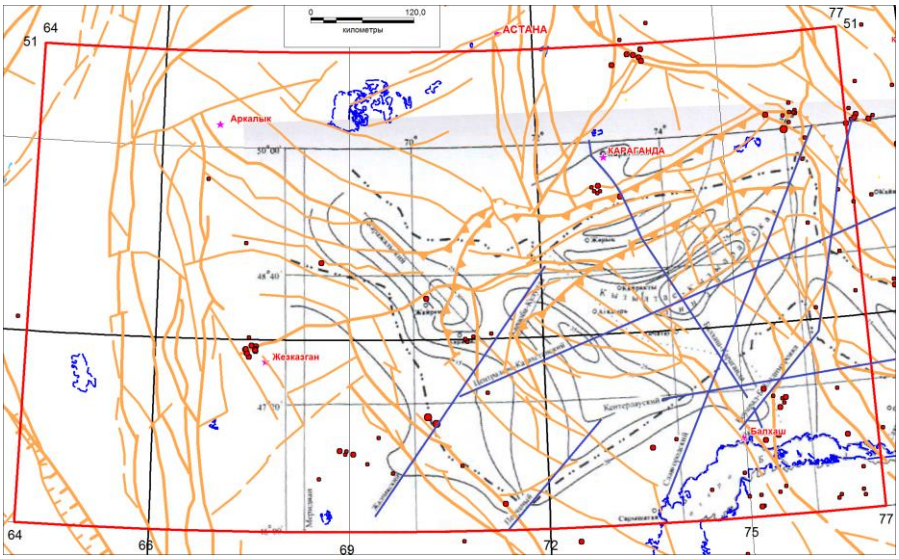


Рис. 3. Структурная схема по поверхности гранулит-базитового слоя земной коры Центрального Казахстана с наложенными активными разломами (по Л.В. Шабалиной, 2005)

Сравнительный анализ этих двух границ раздела земной коры показывает, в Актау-Мойынтинском и Атасуйском антиклинории поверхность Мохо следится на глубинах 42 – 44 км, тогда как поверхность уплотненного гранулит-базитового слоя выделяется на глубинах 30 – 35 км (рис.3).

Вместе с тем если прогиб по поверхности Мохо ориентирован субмеридионально, ближе к северо-восточному направлению, то по поверхности гранулит-базитового слоя этот прогиб ориентирован в северо-западном направлении.

В Жаман-Сарысуйском синклинории по поверхности Мохо обособляется выступ на глубинах 42 – 44 км с четкой субмеридиональной ориентированностью, а поверхности рельефа гранулито-базитового слоя установлены прогибы глубиной 25 – 30 км, которые имеют линейно вытянутые к северо-востоку формы.

В Каражальском прогибе по поверхности Мохо обособляется выступ на глубинах 40 – 42 км с четкой субмеридиональной ориентированностью, а поверхности рельефа гранулит-базитового слоя установлены прогибы глубиной 25 – 30 км, которые имеют линейно вытянутые к северо-западу формы.

Таким образом, структурные планы по поверхностям Мохо и гранулит-базитового слоя не совпадают друг с другом. По большей мере эти поверхности залегаю антиформно по отношению друг другу.

В заключении, на основание выполненных исследований представляется возможным сформулировать следующие выводы.

Абетов А.Е., Өзбеков А.Н.

Орталық қазақстанның жердің терең құрлымы

Түйіндеме. Мақалада Орталық Қазақстанның жердің тереңдік құрылысының корреляциялық байланыстарын зерттеу бойынша геофизикалық алаңдардың ауытқуларын және белсенді тектоникалық сынықтарды бөлумен зерттеу материалдары берілген.

Орындалған зерттеулер нәтижелері бойынша Мохо беті бойынша құрылымдық жоспар арасындағы айқын геокеңістік байланыстың жоқтығы, белсенді тектоникалық сынықтардың бағдары және өңірлік және жергілікті гравитациялық аномалияларды бөлу, 30 км тереңдікте геотемператураларды бөлу, сейсмикалық оқиғалардың гипоорталықтарының тереңдігі анықталды

Аномалды геомагнит өрісінде Мохо беті бойынша құрылымдық элементтер әлсіз, спорадикалық Растауды табады.

Сейсмикалық оқиғалардың гипоорталықтарының көп бөлігі Мохо бедерінде майысу үстінде көрінеді. Қалған бөлігі - Мохо беті бойынша майысулар мен шығыңырлардың біріктірілген аймақтарына немесе осы бет бойынша шығыңырлардың шеткі аймақтарына келеді.

Түйін сөздер: терең құрылым, гравитациялық өріс, аномалды геомагнитті өріс, жылу өрісі, тектоникалық сынықтар, сейсмикалығы.

УДК: 550.343

A. Abdullaev, T. Zhunisbekov, G. Myrzagazieva
(Institute seismologic, Almaty, Kazakhstan. E-mail: tolegen.zh@mail.ru)

HYDROGEOCEMICAL PRECURSORS OF STRONG EARTGUAKES ANOMALIES IN ALMATY PROGNOSTIC AREA

Abstract. The article contains some results of seismic-hydrogeochemical studies in Kazakhstan for 2018. Due to continuous monitoring of variations in hydrogeochemical fields, it is possible to establish precursor anomalies of strong earthquakes and their probabilistic prediction based on fluid anomalies at the Almaty Forecasting Site (AFS).

Key words: earthquake precursor, seismic monitoring, trend level, hydro geochemical anomalies.

А.У. Абдуллаев, Т.С. Жунисбеков, Г.М. Мырзагазиева
(ТОО «Институт Сейсмологии», Алматы, Казахстан
e-mail: tolegen.zh@mail.ru)

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКОВЫЕ АНОМАЛИИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА АЛМАТИНСКОМ ПРОГНОСТИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ

Аннотация. Излагаются некоторые результаты сейсмогидрогеохимических исследований в Казахстане за 2018 г. Показано, что благодаря непрерывному мониторингу за вариациями гидрогеохимических полей удается установить предвестниковые аномалий сильных землетрясений и возможности их вероятностного прогноза на основе данных флюидных аномалий на Алматинском прогностическом полигоне (АПП).

Ключевые слова: предвестник землетрясений, сейсмомонитоирнг, трендовый уровень, гидрогеохимические аномалии.

С 1980 года на территории Алматинского прогностического полигона (АПП) проводится многопараметрический комплексный гидрогеосейсмомониторинг с целью поисков предвестников и прогнозирования сильных землетрясений в Юго-Восточном Казахстане. [1] Результаты этих исследований были опубликованы в ряде статьей [1, 2, 3, 4]. В данной работе рассматривается как пример сейсмогидрогеохимический мониторинг за вариациями параметров подземных вод на АПП за 2018 год т.к. в течение последних 4 лет на полигоне не отмечались сейсмические события с энергетическим классом более К≥12, имеющие разрушительные последствия.

В 2018 г. на территории Алматинского прогностического полигона произошли два сильных землетрясения с К = 12 (Рис. 1), основные параметры которых приведены в таблице 1. Как видно из

этих материалов, они отличаются как по глубинам очагов, так и по механизмам их реализации. Эти различия отразились в образовании предвестниковых аномалий этих событий в ГГХ и ГГД полях.

Первое землетрясения произошло 26 марта 2018 года в центре левой части полигона в южном борту Капшагайского водохранилища в зоне глубинного Алтынэмельского разлома. Второе событие произошло на восточном окончании северного склона Заилийского хребта недалеко от границы Кыргызстана. Эпицентральные расстояния этих землетрясений до пунктов наблюдений показаны в таблице 2.

Современная сеть мониторинга состоит из 11 гидрогеохимических (ГГХ) и 8 гидрогеодинамических (ГГД) станции, где ежесуточно проводятся химические анализы подземных вод в самоизливающихся скважинах и измеряются ГГД параметры в неизливающихся скважинах.

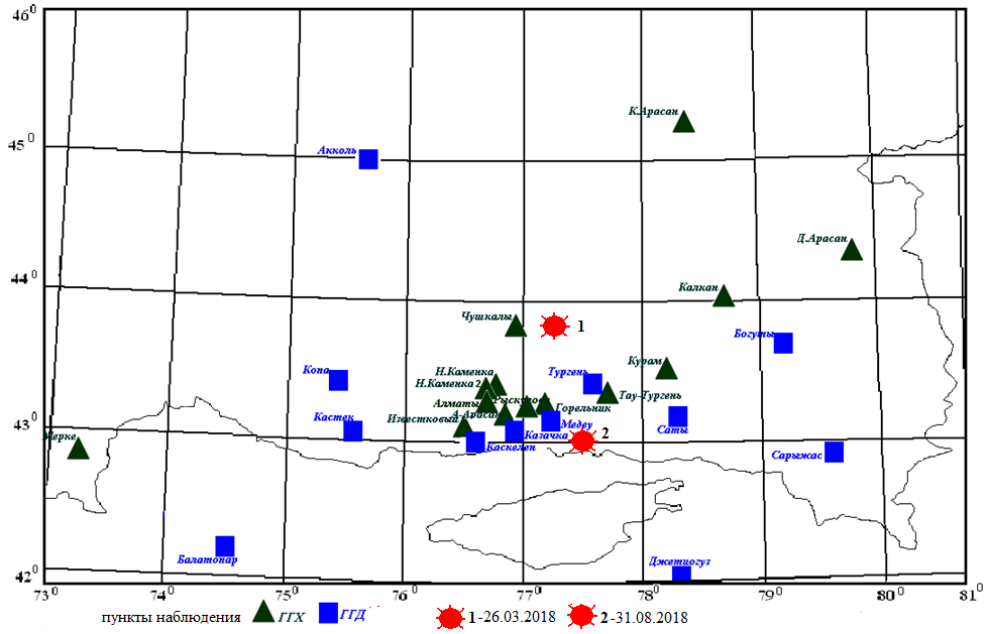


Рис. 1. Эпицентры ощутимых землетрясений, произошедших в 2018г.
на Алматинском прогностическом полигоне (АПП)

Таблица 1. **Основные сейсмологические параметры изученных сильных землетрясений (ЗТ).**

№ п/п	Дата возникновения	Координаты очага	Энергетический класс, К	Глубина очага, км	Механизм очага ЗТ
1	26.03.2018	43.73 – 77.32	12,0	20	Сдвиг
2	31.08.2018	43.00 – 77.51	12,0	10	Взброс

Таблица 2. **Эпицентральное расстояние землетрясений до пунктов наблюдений в сети Алматинского прогностического полигона**

№ п/п	Землетрясения 26.03.2018г. К=12,0	Эпицентральное расстояния, R, км	Землетрясения 31.08.2018г. К=12,0	Эпицентральное расстояния, R, км
1	Чушкалы	36	Тау-Тургень	33
2	Тау-Тургень	53	Горельник	40
3	Курам	68	Алма-Арасан	51
4	Горельник	69	Курам	76

Полученные многолетние временные ряды параметров химического состава подземных вод обрабатывались по специальным программам статистического анализа с вычислением фоновых значений за длительный период наблюдений. Были определены среднеквадратичное отклонение от среднего значения

(σ) и вычислен доверительный интервал (в пределах ±2σ) для каждого параметра в отдельности. Аномальными засчитаны значения параметра, которые выходили за пределы коридора доверия (±2σ).

Землетрясение 26 марта 2018 г. в близкорасположенных к эпицентру станциях не предварялись, какими -либо значимыми аномалиями. Землетрясение 31 августа 2018 года конкретно отмечались предваряющими аномалиями во многих станциях. Так, самыми ближайшими к эпицентру землетрясения оказались ГГХ станциях «Тау-Тургень», «Горельник», «Алма-Арасан» и «Курам» (Таблица 2). В результате анализа данных установлено, что изменения в химическом составе подземных вод произошли на станциях «Тау-Тургень» и «Курам» по следующим параметрам - кремнекислота (H_4SiO_4), калий (K^+) и водородный показатель (pH). Изменения происходили за период с15 по 24 августа, а само событие последовало во время возвращения параметра к исходному положению (Рис. 2,3). Характерно, что если содержание кремниевой кислоты накануне землетрясения увеличилось, то содержание калия наоборот снизилось, а pH – снизился и был более кислым. Это произошло гораздо раньше за более чем месяц до события. Причем был разрушен двухнедельная периодичность этого параметра (Рис. 4).

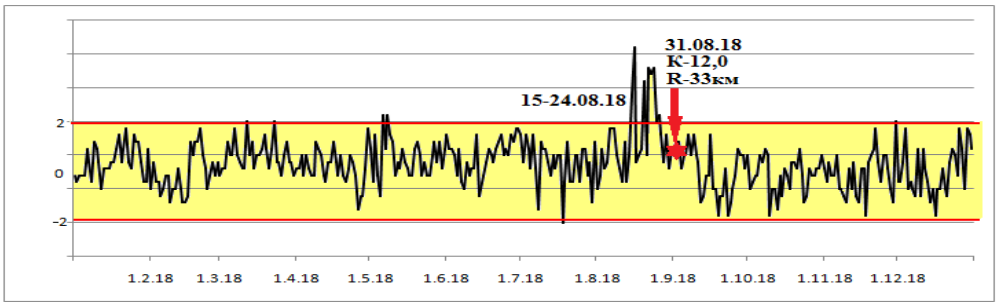


Рис. 2. Нормированный временной ход параметра H_4SiO_4 на станции «Тау-Тургень»

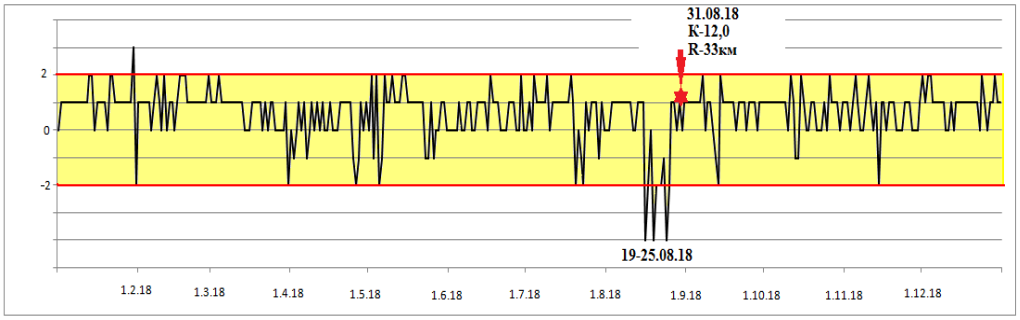


Рис. 3. Нормированный временной ход параметра «K» на станции «Тау-Тургень»

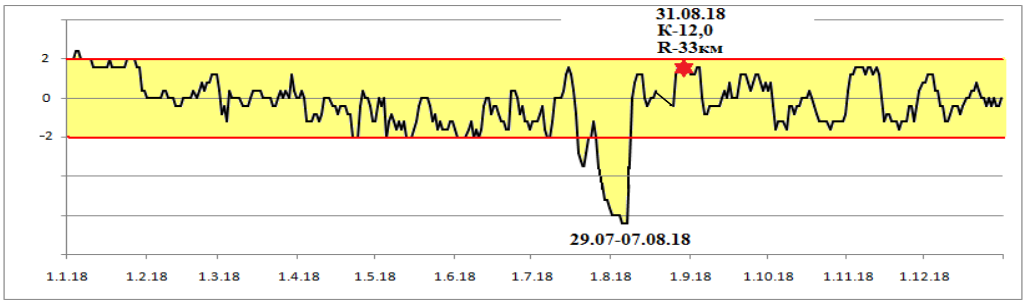


Рис. 4. Нормированный временной ход параметра «pH» на станции «Тау-Тургень»

На остальных ГГХ станциях Алматинского полигона аномалий по химическому составе вод перед ЗТ не наблюдалось.

Станция Курам находилась от эпицентра события в 76 км. Изменения наблюдались в параметрах HCO_3, Na и Mg. Содержание гидрокарбонат- иона в подземных водах за месяц сперва понизилось, а после события повысилось (Рис. 5), а катион натрия и магния в составе подземных вод

станции резко выскочили за неделю до землетрясения. Натрий (Na^+), а магний (Рис. 7) ,наоборот ,скачкообразно понизился за 2 недели до события.

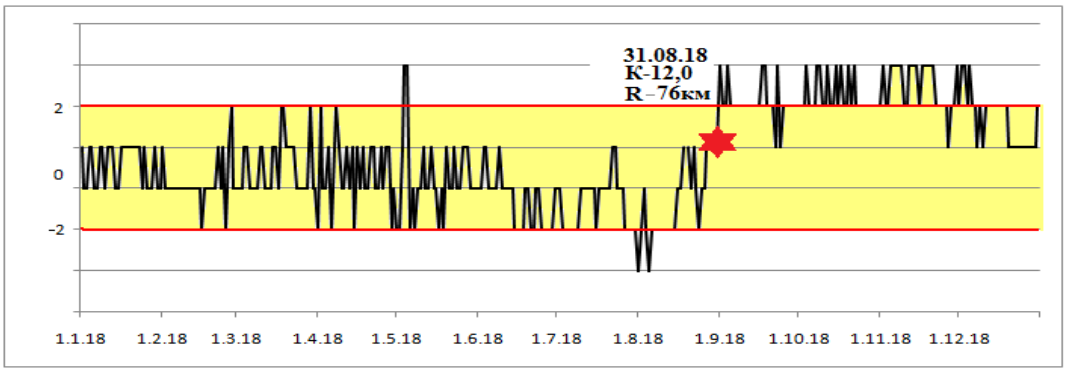


Рис. 5. Нормированный временной ход параметра HCO_3 на станции «Курам»

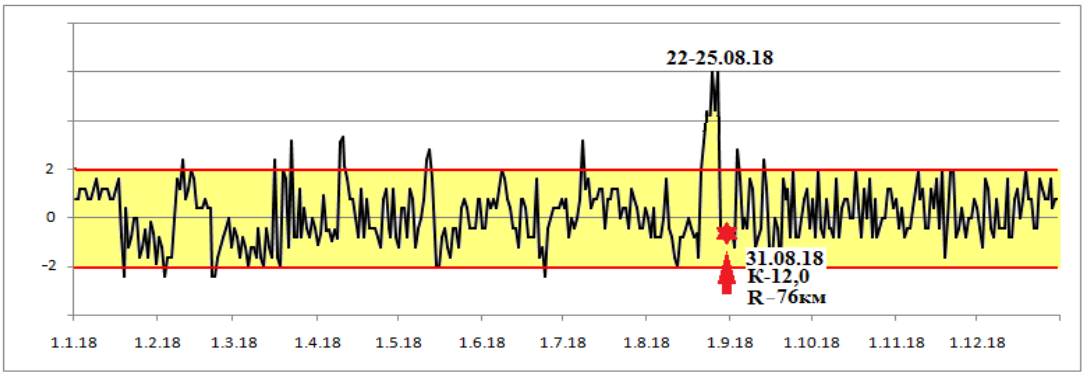


Рис. 6. Нормированный временной ход параметра Na на станции «Курам»

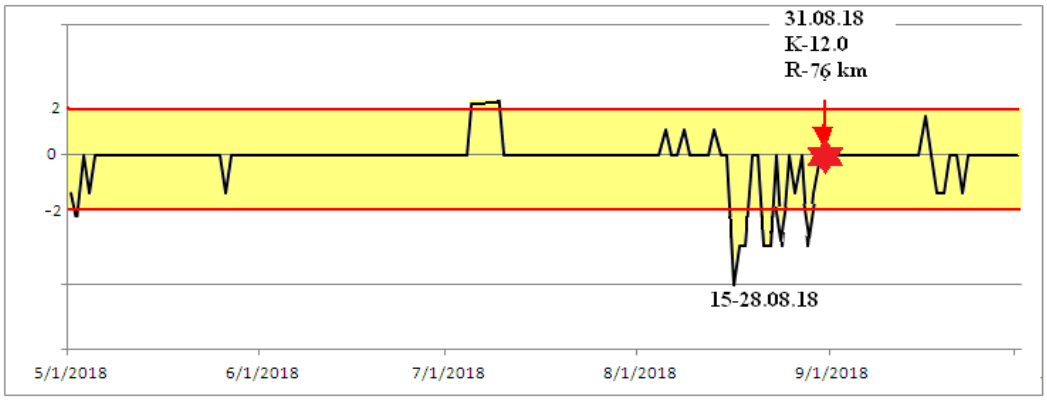


Рис. 7. Нормированный временной ход параметра Mg

Более однозначный предвестниковый эффект этого землетрясения зафиксирован в ходе уровня подземных вод в скважине на станции «Курам» (76км). По часовым значениям сейсмическое событие произошло на фоне скачкообразного снижения в виде глубокой бухты, дно которого закрыло в 17:00, а через 1,5 ч, т.е. в 17:27, произошел сильный толчок. Полученные эффекты, безусловно, являются весьма характерным оперативным предвестником описываемого землетрясения. Предваряющим признаком здесь выступают резкие нарушения внутри суточного хода УПВ с изменением амплитуды посуточных, суточных приливных колебаний (рис.8).

Из рисунка 8 ,где показан по суточный ход изменения УПВ ,мы видим, что реализация данного землетрясения происходила на фоне тренда медленного снижения уровня воды в глубокой скважине с четким отражением полусуточных и суточных приливных колебаний за 3 дня, т.е. начиная с 28 августа меняется напряженно-деформационное состояние среды (НДСС) находится в данной

скважине, что отразилось в изменениях приливных колебаний. В преддверии событии намечалась кратковременная остановка в виде небольшой полки в течение данного дня, что сменилась затем спонтанным снижением УПВ в течение часа (17:00), а затем импульсным повышением и возвращением уровня в течение часа (18:27), а затем произошел сейсмический удар. Далее после суток идет стабилизация уровня (следующая полочка), который вышел на свой трендовый уровень быстрого снижения. В данном случае предвестниковый образ выразился глубокой бухтой с последующим резким подъёмом (Рис. 9).

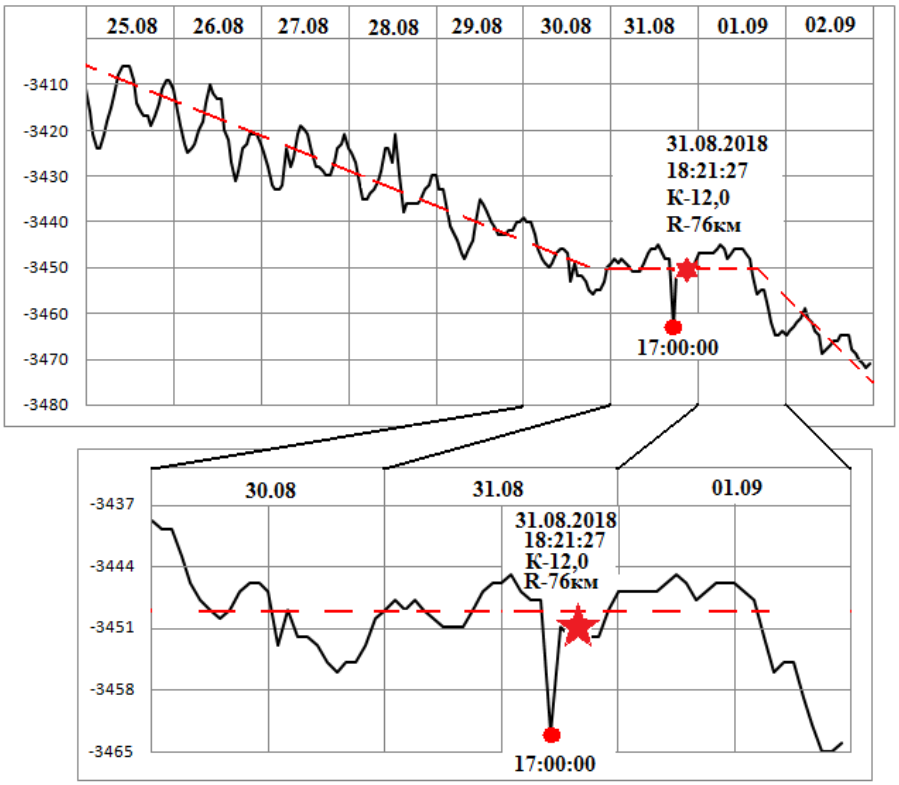


Рис. 8. Внутрисуточный ход параметра УПВ на станции «Курам» (скв. №6)

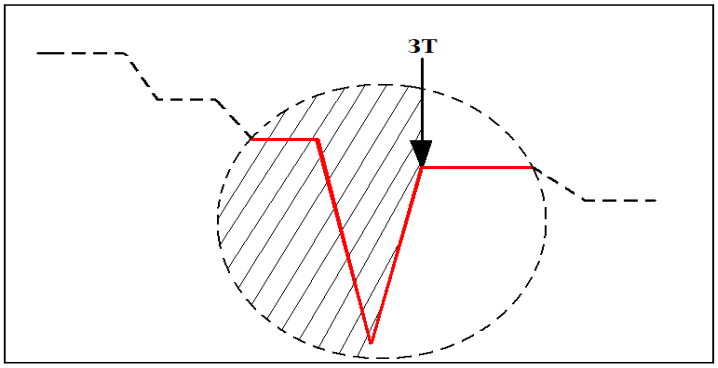


Рис. 9. Модель краткосрочного ГГД предвестника ЗТ

Последовательное отслеживание пространственно-временных вариаций параметров сейсмогидрогеохимического мониторинга по данным всех станции наблюдений путем пошагового картирования временного хода совокупной информативности « ξ » на всей площади АПП [4] показывает, что возникновения ГГХ аномалий близкорасположенных к эпицентру станциях полигона начинается за месяц до события на достаточно большой территории. Далее, к моменту события аномалии сосредоточиваются в очаговой области (рисунок 10 позиция 3). Здесь мы видим, что на оценочной карте за 3 дня возникновения землетрясения ГГХ аномалии на полигоне сосредоточились

возле очага землетрясения, а после землетрясения ситуация возвращается к исходной позиции (рисунок 10 позиция 4). Исследования в данном направлении продолжаются.

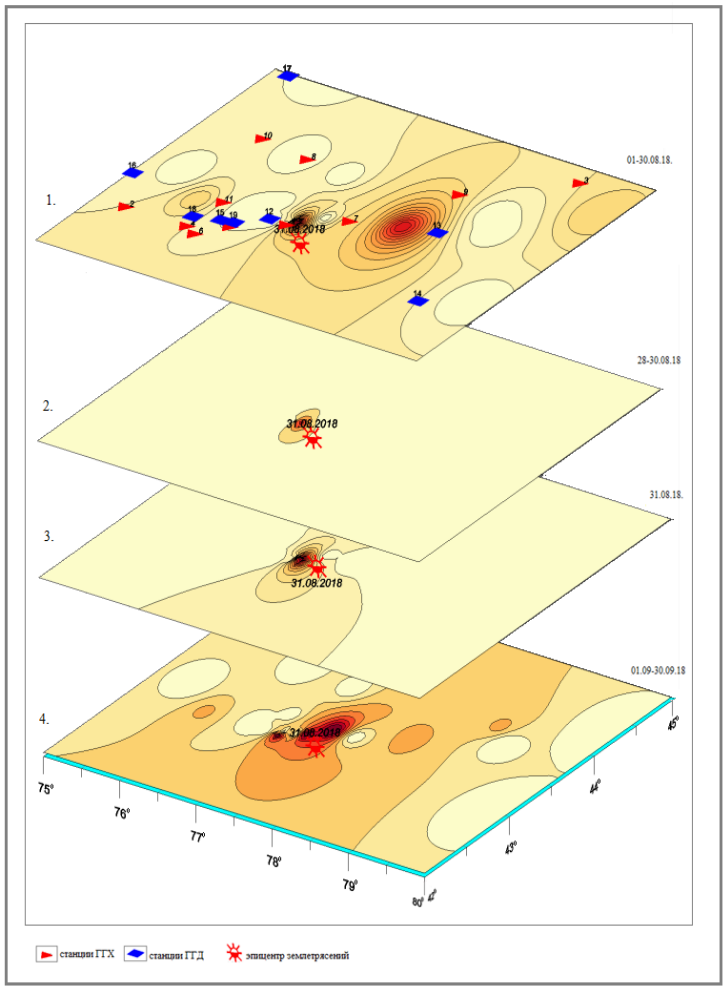


Рис. 10. Пошаговое картирование аномального состояния гидрогеохимических параметров по данным совокупного комплексных параметров (СКП) «ξ» на АПП в период реализации землетрясения 310818г. до и после события: 1. Пункты наблюдения АПП. 2. карта изолинии до и после события: (**1:** За 30 дней. **2:** за 3 дня. **3**:в день землетрясения **4:** после 30 дней. **5**: интенсивность изолиний)

Заключение

В результате изучения гидрогеохимического режима подземных вод выявлены краткосрочные предвестниковые аномалии в виде быстрых знакопеременных снижении или повышении значении газохимических параметров в составе подземных вод. Важным краткосрочным прогностическим признаком является сбой, дисбаланс и деструкция устойчивости временного хода параметров. Относительно надежным краткосрочным предвестником является аномалия в ходе динамических параметров (УПВ, $Q_{скв,}$). Они выражены аномальным трендом с формированием сперва кратковременной полочки, которая через землетрясение переходят спонтанно в глубокую базу с последующим восстановлением после реализации землетрясений.

Причина отсутствия однозначных аномалий землетрясения 26.03.2018 года и проявления наиболее ярких аномалий при землетрясении 31.08.2018 года при их одинаковой энергетической категории ,по-видимому, объясняется различием их механизмов и глубины очагов. В этом плане небольшая глубина (10км) и взбросовый механизм второго землетрясения способствовал формированию более ранних и конкретных аномалий в гидрогеохимических и гидрогеодинамических полях. В то время как землетрясение 26.03.2018 года К=12 имело сдвиговый механизм и большую глубину (20км).

Длительный комплексный гидрогеосейсмологический мониторинг на Алматинском прогностическом полигоне показал достаточно хорошую эффективность гидрогеохимических

методов прогноза разрушительных землетрясений. Однако, как показывает опыт, не все сильные землетрясения предваряются такими аномалиями, что, по-видимому, зависит от ряда других факторов, которые требует дополнительного изучения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абдуллаев А.У. Флюидный режим земной коры как отражение современных геодинамических процессов (на примере Тянь-Шаня). // Алматы, «Эверо», 2002, с. 352.

[2] Абдуллаев А.У. Теория отражения современных геодинамических процессов в флюидном режиме. // Известия НАН РК №6, 2012.

[3] Абдуллаев А.У. Справочник по гидрохимическому и гидрогеодинамическому мониторингу.

[4] Абдуллаев А.У., Есенова Г.Т., Полторацкий С.И. и др. Гидрогеохимические методы прогноза сильных землетрясений на Алматинском прогностическом полигоне. Проблемы прогноза сильных землетрясений и сейсмической опасности. // Алматы, 1994, выпуск 1 с. 218-231.

Абдуллаев А.У., Жунисбеков Т.С., Мырзагазиева Г.М.

Алматы болжамдық полигонындағы қатты жер сілкіністерінің гидрогеохимиялық аномалияляары

Түйіндеме. Мақалада 2018ж. Қазақстанда жүргізілген сейсмогидрогеологиялық зерттеулердің бірқатар нәтиежелері келтірілген. Алматы болжамдық полигоны (АБП) территориясында гидрогеохимиялық алаңның вариациясына үздіксіз мониторинг жүргізу арқылы күшті жер сілкінісін болжау мүмкіндіктері зерттелген.

Түйін сөздер: жер сілкінісінің болжамдық белгілері, сейсмомониторинг, трендтік деңгей, гидрогеохимиялық аномалиялар.

УДК 911.52

[1]Zh.O. Ozgeldinova, [1]E.M. Khamzin , [2] Zh.T.Mukaev, [1]A.A.Zhanguzhina, [1]Zh.F.Tenkebaeva

([1]L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.,
E-mail: Altyn8828@mail.ru, Shakarim State University of Semey,
E-mail: zhandos.mukaev@mail.ru)

STRUCTURAL ANALYSIS OF NATURAL-LANDSCAPE DIFFERENTIATION OF THE KENGIR RIVER BASIN

Abstract: We examine the methodological issues and some results of landscape mapping of the basin Kengir at a scale of 1:500 000. A fragment of the map of the geosystems is provided, and the territory's landscape structure is described. Natural and climatic features of development of processes of pollution of geosystems are revealed in the conditions of intensive anthropogenic activity.

Keywords: landscape mapping, classification of geosystems, classification of geosystems, landscape structure

[1] Ж.О. Озгелдинова, [1] Е.М. Хамзин, [2] Ж.Т. Мукаев, [1] А.А. Жангужина, [1]Ж.Ф. Тенькебаева

([1]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,
E-mail: Altyn8828@mail.ru, [2]Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті,
E-mail: zhandos.mukaev@mail.ru)

КЕҢГІР ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ТАБИҒИ-ЛАНДШАФТТЫҚ САРАЛАНУЫН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАЛДАУ

Андатпа. Кеңгір өзені алабының ландшафтарының 1:500 000 масштабында картаға түсірудің әдістемелік мәселелері мен кейбір нәтижелері қарастырылып, геожүйелер картасының фрагменті келтірілген. Геожүйені қалыптастырушы табиғи факторлары талданған. Интенсивті антропогендік әрекеттің нәтижесінде геожүйелердің ластануының даму үдерісінің табиғи-климаттық ерекшеліктері анықталды.

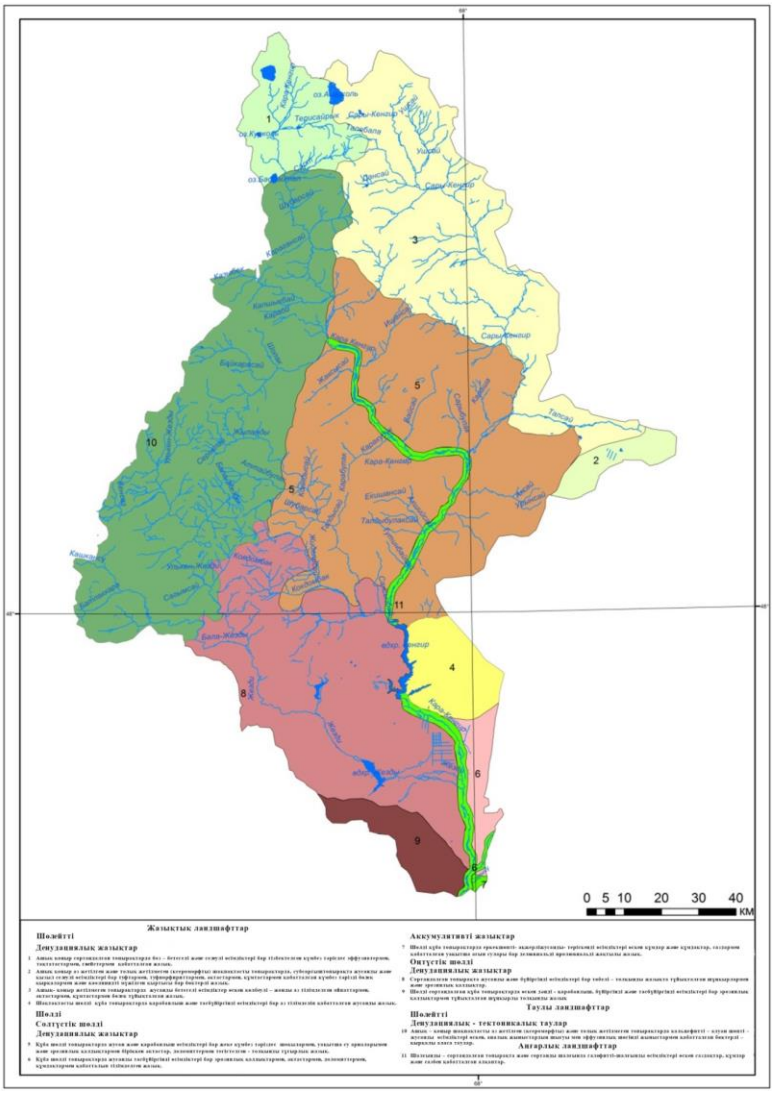
Кілтті сөздер: өзен алабы, геожүйе, ландшафтық карта құру, геожүйе жіктемесі, ландшафтық құрылым.

Ландшафттың физикалық географиясы мен геоэкологиясындағы зерттеулердің басым бағыттарының бірі картографиялық дифференциацияны және олардың динамикасын көрсетуге мүмкіндік беретін геоожүйелердің кеңістіктік-уақытша ұйымдастырылуын анықтау болып табылады.Табиғат ортасының өзгеріс көрсеткіштеріне баға беруде аймақтың алаптық шамасында жүзеге асырған дұрыс. Негізгі табиғи ресурстар ландшафтта әртүрлі кеңістіктік үйлесімділікке ие. Су ағынының интеграциялаушы қасиеттері

алапты тек гидрология, геоморфология, биогеоценология, ландшафт геохимиясы тұрғысынан ғана емес, кешенді физикалық география тұрғысынан - геожүйе ретінде де қарастыруға мүмкіндік береді.

Ландшафтты картографиялау әдістемесі А.Г. Исаченко [1], В.Б. Сочава [2], Н.А. Солнцев [3] және т.б. ландшафт туралы ілімнің негізгі қағидаларына негізделеді. Кеңгір өзені алабының геожүйелерін картографиялаудың бастапқы ақпараты ретінде геожүйелерді кешенді зерттеу нәтижелері, рельефтің үш өлшемді моделі, Landsat 5 TM ғарыштық суреттері, аумақты түсіру және бейнелерді өңдеу әдістерін дамыту кезінде алынатын материалдар, Google Earth геопорталының деректері, бірыңғай картографиялық проекцияда және координаттар жүйесінде интеграцияланған GPS-байланыстырылған далалық зерттеу материалдары, 1: 200 000 масштабты топографиялық карталары, топырақ жамылғысының литологиясы мен құрылымын сипаттайтын профильдер, далалық сипаттамалар (геоботаникалық, топырақ және т. б.), сондай-ақ күрделі кеңістіктік талдаудың жаңа технологияларын қолдану. Кеңгір өзені алабының ландшафтық картасын жалпылау үшін, Л.К. Веселова мен Г.В. Гельдыева құрастырған Қазақстанның ландшафтық картасы пайдаланылды [4].

Кеңгір өзенінің алабының шегінде картада 11 жеке ландшафт белгіленді. Бассейн ауданы 18400 км^2 құрайды (сурет 1). Легендада тақырыптар мен тақырыпшалар түрінде келесі классификациялық категориялар ажыратылған: кластар (жазықтық және таулы ландшафаттар), типтер (шөлейтті және шөл ландшафттары), ішкі типтер (солтүстік шөл, оңтүстік шөл ландшафттары).



1-сурет. Кеңгір өзені алабының ландшафттық картасы

Шөлейтті зонаның бүкіл аумағы Қазақ эпигерциндік қалқанмен ұштасып жатқан Қазақ ұсақ шоқыларының батыс, оңтүстік-батыс аймақтарында орналасқан. Жер бедері ұсақ шоқы массивтерінен және дөңді жазықтықтар мен көне аңғарлардан тұратын аралдық аласа таулармен сипатталады. Көп жағдайда бұл адырлы және ұсақ шоқылы-бөктерлі жазықтықтар болып келеді, бұл

жазықтықтар элювий мен делювийдің жұқа қабатын жамылған, ал шоқыаралық төмендеулерде аллювий жамылған. Олар тақтатастардан, саздан, құмдақтардан, қиыршық-малта тастардан, гнейс, эффузивті шөгінді жыныстардан жиналған.

Зона климаты солтүстіктен оңтүстікке қарай жылулық ресурстар мен құрғақшылықтың артуымен сипатталады. Климаттың құрғақ болуы, бөлшектенген жер бедері, топырақ қабатын құрушы жыныстардың литологиялық құрамының алуан түрлілігі зонадағы топырақ жамылғысының шекті біртексіздігін тудырды. Жусанды-бетегелі, жусанды-селеулі өсімдіктердің астындағы ашық-қызғылт топырақ зоналық топырақ болып саналады. Барлық жерде дерлік, олардың механикалық құрамы сазды болса, топырақ карбонатты-сортаңды болып келеді. Оған тән сипаттама оның кешенділігі болып келеді. Барлық жерде дерлік өзен аңғарларының террасаларында, өзенаралық жазықтықтарда, шоқыаралық ойыстарда ашық-қызғылт топырақ сортаңды топырақпен аралас кездеседі. Биотаның сиректігі эффузионды-шөгінді жыныстармен, құмдақтармен сипатталатын топырақтың литогенді негізінің еркешеліктерімен түсіндіріледі. Шөлейтті зона ландшафттары Кеңгір өзенінің жоғарғы және төменгі ағыстарында өзен саласымен ұштасады. Ылғалданудың орташа коэффициенті 0,18 құрайды. Массивтер малдар үшін жоғары сапалы жайылымдар ретінде қолданылады және өнімділігі орта есеппен 2,3 ц/га құрғақ масса болып табылады.

Кеңгір өзені бассейнінің шөл зонасы Торғай үстіртінің оңтүстік-шығыс аймақтарын қамтып жатыр. Ландшафттар толқынды және әлсіз ылдилы аккумулятивті беттер болып келеді. Бұл зона аз қарлы қатаң қысымен және құрғақ ыстық жазымен сипатталады, ауа температурасының жылдық және тәуліктік амплитудалары үлкен болып келеді. Қосынды радиация – 145 ккал/см^2, радиациялық баланс 48 ккал/см^2 шамасына тең. Шөл зонасының ландшафттары өзен салаларындағы су ағыны жылдамдығының төмендеуі жағдайында қызмет етеді, бұл жергілікті жерде еңістік бұрыштың азаюымен байланысты. Аталған зона ландшафттары Кеңігір өзенінен басқа тұрақты су ағыстары кездеспейді. Тұрақты ағыстың болмауы ландшафттың тұрақты зоналық сипатын анықтайды. Ылғалданудың орташа коэффициенті 0,17 шамасында. Аталған зона геожүйелеріне суфоозионды және карст түзуші үрдістер тән.

Геожүйлердің дамуы жеткіліксіз ылғалдану жағдайында жүреді, бұл ретте ылғалдың тапшылығы мен топырақ горизонттарының қуаты олардың шөлдік бейнесін анықтайды. Осыған байланысты шөлдік зонада тұзды топырақ, сор мен сортаңды жерлер кеңінен таралған, тиісінше, өсімдік қабаты голофиттер мен ксероголофиттерден тұрады. Абсолютті биіктіктің 120-250-ге дейін төмендеуіне байланысты дефляция үрдісі күшейеді, ол өз кезегінде эолдық үрдістерді іске қосады.

Ландшаафттарда ксерофиттену үрдісі маңызды орын алады, ол топырақ-өсімдік жамылғысы сипатында бейнеленеді. 5, 8 шөл ландшафттары негізінен ежелгі жыныстардың желмен ұшырылуының физикалық және химиялық үрдістерінің салдарынан құмның жинақталуы негізінде қалыптасқан.

Олар адырлы-тізбекті және адырлы жазықтықтар түрінде болып келеді. Өсімдік қабаты жусан, қарабаялыш, жусанды тасбүйіргінді өсімдіктермен сипатталады. Берілгін ландшафттардың тіршілік сипатына грунттық сулар әсер етеді. Бұл массивтер жайылымдар болып табылады, олардағы шөп қабаты көктем, жаз және күз мезгілдерінде қой малы үшін жақсы азық болып келеді.

Топтардағы құрғақ масса көлемі 1,9-3,2 ц/га аралығында өзгереді. Грунттық сулар 0,5-2 тереңдікте орналасады, бұл топырақтың үнемі капиллярлы түрде ылғалдануын қамтамасыз етіп, өсімдік қабатының жақсы дамуына әсер етеді. Беттік ағыстың көптеген тұрақты салаларының жойылып кетуіне байланысты, ландшафттардың дамуы топырақ қабаты мен биотаның дефляциясы мен жалпы аридизациясы жағдайында жүзеге асады. Дефляция және белсенді тұз алмасуы, сонымен қатар түрлі табиғи компоненттерде аккумуляцияланатын ауыр металл тұздарының алмасуы табиғи кешендердің заманауи динамикасына кері әсерін тигізеді.

Интенсивті техногендік белсенділік жағдайында ландшафттардың ластану процестерін дамытудың табиғи - климаттық ерекшеліктері мынадай:

- Қазақ ұсақ шоқысының рельефінің қарқынды ыдырауына байланысты ағын сулар табиғи коллектордың қызметін атқарады, онда ластаушы заттардың қарқынды геохимиялық көшуі бассейнде жүзеге асырылады;

- оңай еритін тұздар топырақ қалыптастыру процестеріне белсенді қатысады, және бұл шөгінділерде пайда болатын сортаң және сортаңдалған топырақтардың қалыптасуанда қатысады;

- Кеңгір өзенінің алқабында сулы горизонт, қиыршық тасты және құмды-қиыршық аллювиалды шөгінділерінде орналасқан.Сусыймды шөгінділер барлық жерде алювиальді саздақтармен

құмайттармен жабылған және жақсы су өткізгіштігімен сипатталады, бұл жер асты суларының техногендік әсерінен әлсіз қорғалуын көрсетеді;

- ауа-метеорологиялық жағдайлары көбеюде (ауа массасының тұрақсыздығы) және атмосфералық ластануды (жел, жауын-шашын) азайтады. Төмен атмосфералық ылғалдандыру, жоғары құбылмалылық су объектілерінде және топырақтарда техногенездің суда еритін өнімдерінің шоғырлануына, жоғары концентрацияларда техногендік элементтердің жинақталуына қолайлы жағдайлар жасайды;

- күшті желдің белсенділігіне байланысты атмосфераға шығарылатын қалдықтар үлкен алаңға жайылып, атмосферада ластаушы заттардың концентрациясы және топырақ бетіндегі эмиссия көздеріне жақын орналаспайды. Жазда күшті желдің теріс әсері - топырақтың дефляциясы, топырақтың құнарлылығын және атмосфераны ластаушы тозаңдармен сондай – ақ агрохимикаттармен зақымдайды. Қыста желдер күшті борандармен бірге жүреді, соның салдарынан су бұрқақтары қардан, терең қатудан және қар еру кезеңінде су өткізбейді.Осыған байланысты, еріген су топырақтың ылғал қорын қалыптастыруға қатыспайды және беткі қабатқа толығымен жұмсалады;

- атмосфералық және топырақтың құрғақшылықтары мен қолайсыз ауа райы құбылыстары, атмосфералық ластанудың әлеуетін арттыратын факторлар туындайтын, антропогендік даму және шаңды дауылдардың мерзімді қайталануы байқалады;

- дефляция және тұздың белсенді тасымалдануы, сондай-ақ улы заттардың қарқынды жинақталуы, ауыр топырақтардағы ауыр металл тұздары, түрлі табиғи компоненттерде жинақталған, табиғи кешендердің ағымдағы динамикасына теріс әсер етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование: Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 1991. — 366 с.

[2] Солнцев Н. А. Учение о ландшафте: Избранные труды / Н. А. Солнцев; МГУ им. М.В. Ломоносова, Геогр. фак.. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 383 с.

[3] Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 318 с.

[4] Национальный Атлас Республики Казахстан / под ред. А.Р. Медеу и др. – Алматы, 2010. – Т. 1. – 150 с.

Озгелдинова Ж.О., Хамзин Е.М., Мукаев Ж.Т., Жангужина А.А., Тенькебаева Ж.Ф.

Структурный анализ природно-ландшафтной дифференциации бассейна реки Кенгир

Резюме. Рассмотрены методические вопросы и некоторые результаты ландшафтного картографирования бассейна Кенгир в масштабе 1:500 000, приведен фрагмент карты геосистем. Проанализированы природные факторы формирования геосистем. Выявлены природно-климатические особенности развития процессов загрязнения геосистем в условиях интенсивной антропогенной деятельности.

Ключевые слова: бассейн реки, геосистема, ландшафтное картографирование, классификация геосистем, ландшафтная структура.

N. Nurtazina[1], Zh. G. Berdenov [1], A. WendtJan[2]

[1] L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

[2] Gdańsk University, Faculty of Oceanography and Geography, Institute of Geography, Gdańsk, Poland

E-mail: berdenov-z@mail.ru

USE OF GIS TECHNOLOGY METHODS IN MONITORING OF DEGRADED LANDS (ON THE EXAMPLE OF THE NORTH-EASTERN PART OF THE CASPIAN SEA)

Annotation. This article discusses the development of a modern method for monitoring degraded lands using the example of the north-eastern part of the Caspian Sea. For such monitoring, modern geographic informational technologies are being introduced. In this study, GIS means a platform for organizing and analyzing data (comparing satellite images after processing) using various tools and software.

The study shows only a small part of the potential of geographic information systems for visualizing an urgent problem - the increasing the area of degraded lands in Western Kazakhstan. This study employs an analytic approach of using ArcGis 10.5 software. The primary data source for the study was the available satellite images of various extensions. The results and the described research methods can be used in the educational process on the basis of school and university education, as well as in organizations of local and state administration for the presentation and development of plans to curb the spread of micro pollutants in a vast territory.

Key words: monitoring, geographic information systems, land degradation, soil.

Introduction

Human economic activity can lead to catastrophic consequences and to a complete change of the state of natural components. One of such changes is land degradation, or rather salt-affected soils. Soil salinity is the accumulation of salts in the fertile layer of the earth [1]. There are two types of soil salinity distinguished

by the type of their origin. Primary salinization is a result of natural phenomena; the appearance of salts in the landscapes is caused by the evaporation of salt lakes, tidal swamps and salt domes. Secondary salinization is already a direct result of human activity such as urbanization and agriculture [2]. Such clusters have an impact not only on the environment, but also on human health and its future activities.

In the southern and southwestern territories of Kazakhstan, the process of desertification of the lands is in place, however, along with this, accumulated salts are transported over long distances. In the current situation, it is necessary to choose the right approach to monitoring, on the basis of the results of which it is already possible to identify the threat in a timely manner, assess and consider further actions to restore land. At the first stage of the study, a comprehensive study of the problem of the study area and observation of changes in the state of the environment are carried out. In modern times, the "remote sensing method" allows you to monitor the state of natural components such as water bodies, soils and vegetation [3]. The use of this method in our studies was carried out in the north-eastern part of the Caspian Sea. The relevance of this work lies in the problem of this region: human agricultural activity, extraction of hydrocarbon raw materials, irrigation of land by canals flowing into the Caspian Sea, which entailed its drying out. Salinity of soils affects a number of natural and anthropogenic aspects of life. And if a change in the chemical composition, a shift in the ionic balance of soils and the destruction of vegetation and the animal world are obvious results of soil salinization, then an increase in the incidence of airways in people will turn into a global catastrophe in the near future, since air transport of suspended matter in the atmosphere cannot be controlled even by modern technology.

Object of study

Object of study is the site in the north-east of the Caspian Sea, which previously existed as the Dead Kultuk Bay (Tsesarevich Bay, Komsomolets Bay), which once connected the Kaydak Bay, now the Kaydak solonchak. Since the middle of the twentieth century, in this territory, water has rapidly decreased its level, exposing areas of salt-affected land.

The Caspian Sea is the largest closed reservoir located at the junction of Europe and Asia [4]. The coastline in Kazakhstan is 2,320 km. The northern part is located in the temperate continental climatic zone, the southwestern part of the lake is influenced by the subtropical zone, and desert zones dominate in the west. Atmospheric circulation in winter is caused by the Asian anticyclone, in the summer the Azores maximum and the South Asian minimum influence. The average temperature of the study area in the summer is 24-26 ° C, in winter the temperature varies with latitude: in the northern part, the average temperature in winter is -10 ° C, in the southern 10 ° C [5]. The annual amount of precipitation varies from 200 to 1700 mm per year, precipitation is unevenly distributed, reducing its amount from west to east [6]. Due to its geological structure, the entire lake is located in a lowland, about 26 meters above sea level. A study of the physical and climatic conditions of the study area testifies to the validity of the theory of climate change towards warming, which is a natural factor in the drying out and land degradation [7]. Nevertheless, the anthropogenic factor is also important as a desertification source.

Material and research method

These processes of drying and restoration of the water level can be observed using remote sensing data and processing these data using geographic information technologies [8]. In this paper, geosystem monitoring was used [9], which allows us to establish direct monitoring of potentially dangerous threats, provide a comprehensive actual assessment of the state and make forecasts for further actions to regulate natural systems. But the goal of our study is to demonstrate the use of modern geographic information technologies in the monitoring system for environmental components (changes in the Caspian Sea and visible changes in the Caspian soils). The visibility of space information increases its role in soil mapping, and a more accurate diagnosis of properties and dynamics expands the range of tasks for agriculture, land reclamation, and nature conservation [10].

Results and discussion

To analyze saline lands and the water area of the study area, multispectral images from the Landsat 7TM satellite for 2005, 2010 and 2019 with a resolution of 30 m [11-14] was used. In order to determine the salinity of soils, used images were taken in September for all three years. Most natural surfaces correspond to soil colors - brown, light brown. Photosynthetic organisms in water containing chlorophyll absorb the red spectrum, which makes it possible to distinguish the line between water surface and soil, given that the season of the images taken excludes the presence of photosynthetic substances on land [15]. Next, the images were processed in ESRI ArcGis10.

To obtain natural colors, 3 2 and 1 raster channels were combined using the ArcToolbox geoprocessing window.

The main indicator of soil differentiation during interpretation is humus [8, p. 32]. The content of the organic part of the soil is maximally visible on the surface and determines the color and tone: from dark brown and almost black in black soils to almost white in saline soils. The structure of saline soils in the photographs is distinguished by its spotting and discontinuous boundaries.

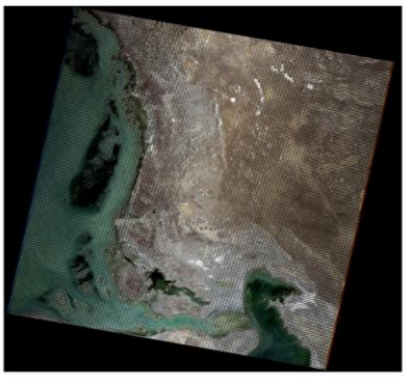


Fig.1. Coastline and coastal status, September 2005 [11]

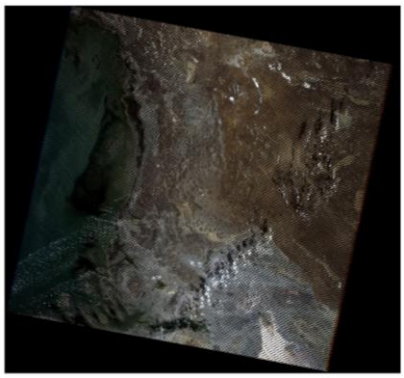


Fig .2. Coastline and coastal status, September 2010 [11]

White spots on the ground and gray spaces in the images (Fig. 1, Fig. 2) correspond to sor and salt marshes [8, p. 67]. Sor are closed depressions in the desert parts of Central Asia, covered with a crust of salts or a layer of salt dust [16]. The fundamental difference between saline soils and sor is that the first one are still soils with high salt containment and the second one is form of arid relief [17]. Due to this feature, such depressions are completely devoid of vegetation and will be visible on images in any spectrum in any season (the exception is the period when the entire adjacent surface is covered with snow). In the 2005 satellite image (Fig. 1), it is noticeable that the area of saline lands is relatively small, only small areas of sor are observed. The most pronounced white zones are observed in satellite images for 2019 (Fig. 3, Fig. 4).

Over a period of time, it can be observed that the tendency to land degradation is pronounced at the places of water subsidence.

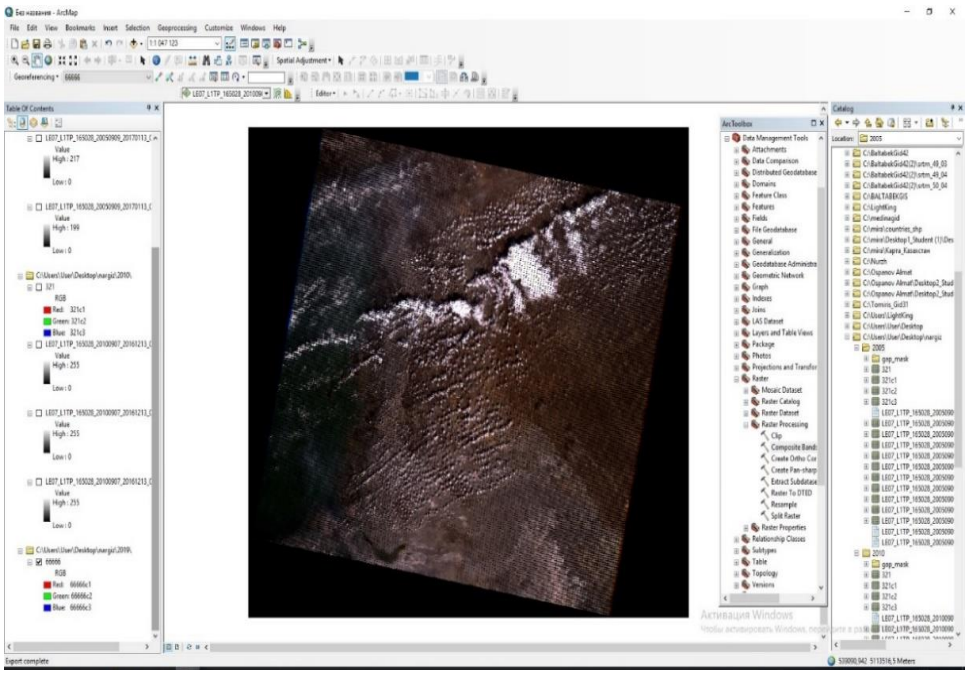


Fig. 3. Processing a satellite image raster for 2019 in ArcMap software

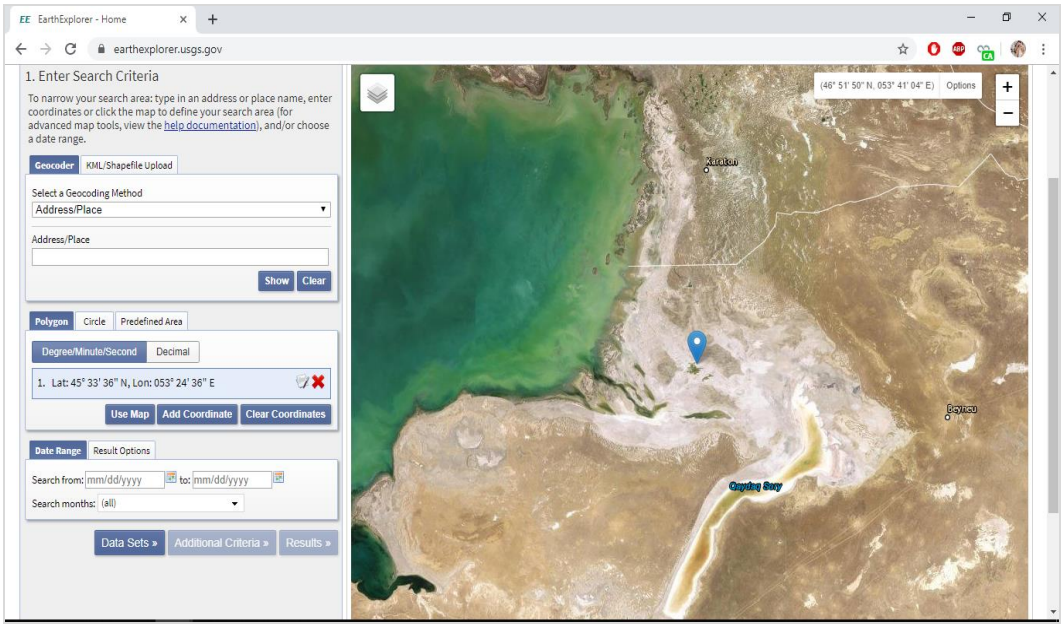


Fig. 4. Current state of the eastern part of Caspian Sea [12]
(Satellite image was processed by ESRI company)

Based on the analysis of the images, it can be concluded that for 15 years the decrease in the level of the lake (Kaydak Bay) completely changed the landscape of the system and even created some geosystems and landforms, such as the Kaydak sor. This phenomenon has both a natural and anthropogenic character, since over the past century there has already been an increase in the level of the lake and its shallowing. Given the unstable situation of sea level, in 2019 (Fig. 4), about 25,000 thousand km2 are affected by soil salinization (using the ArcGIS program, the area was calculated, entered into the geodatabase as a separate class of spatial objects for further observation), which is much larger than the area salinization for 2010 and 2005 of the study area.

Conclusion

The use of geographic information technologies for environmental monitoring has already become a necessary part for making forecasts for the future in an unstable situation of the ecological state. As a result of information processing through GIS technology, we can conclude:

- using obtained images in natural colors, it is possible to determine the position of the coastline and the visual state of the soil, white spots on which are responsible for salt-affeced soil and sor, to within tens of meters;

- over a fifteen-year period, the area of degraded saline lands of the study area increased approximately 1.5 times.

Based on the analysis over a period of 15 years, an inversely proportional pattern is observed, the lower the sea level, the more saline plots of land. And this process continues its activity due to several natural and anthropogenic factors.

High-quality, continuous monitoring and timely measures to regulate the environmental quality of the region will eliminate unpleasant and dangerous consequences for the local population and nature.

The use of geographic information monitoring methods throughout the country allows us to identify and solve not only environmental problems, but also problems of a social, political and economic nature.

ЛИТЕРАТУРА

[1] C. Podmor Irrigation salinity – causes and impacts, PrimeFact, 2009.

[2] Геоэкологический мониторинг урбанизированных территорий: методические указания по дисциплине «Геоэкологический мониторинг»/ сост. Т.А. Кожухарь. - Томск: Изд-во Томс.гос. архит.- строит. ун-та, 2013. – 32 с.

[3] Дистанционное зондирование земли: учеб. пособие / Е. Н. Сутырина. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.

[4] Веселов В.В. Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. – Алматы, 2002. – 438 с.

[5] Метеорологические таблицы ТМ-1 за 2005-2019 гг. по станциям Мангистауской области / Мангистауская областная обсерватория. – Актау, 2019. – 125 с.

[6] Аналитические справки о состоянии окружающей среды в областях в 2005-2015 годах / Отчеты ОТУООС. – Алматы, 2019. –327 с.

[7] Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации / под ред. Д.М. Хомякова. – М.: Изд-во Московск. университета, 2011. – 272 с.

[8] Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.

[9] Джаналеева Г.М. Геосистемно-бассейновый подход в изучении природной среды Республики Казахстан. – Алматы, 1997. – 420 с.

[10] Замятин Л. В., Марков Н.Г. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли. – М.: ФИЗМЛТЛИТ, 2007. – 176 с.

[11] Космоснимки /7 http://www.kosmosnimki.ru

[12] Сайт Инженерно-технологического центра «СканЭкс» http://scanex.ai

[13] MultiSpec // http://dynamo.ecn.purdue.edu -biehl MultiSpec

[14] Данные дистанционного зондирования со спутника SPOT-5 // litip://www.spot5.ni

[15] Дистанционные методы оценки природных ресурсов (рельеф и почвы): учебное пособие. М.: МИИГАиК, 2015. –178 с.

[16] Успанов У.У. Почвенно-географические зоны и земельные ресурсы Казахской ССР // Известия АН КазССР. Серия биолог. – 1967. – №6. – С. 78-81.

[17] Касимов Н.С. Геохимия степных и пустынных ландшафтов. – М.: МГУ, 1988. – 254 с.

Нуртазина Н., Берденов Ж.Г., Jan A. Wendt

Использование методов ГИС технологий в мониторинге деградированных земель (на примере Северо-Восточной части Каспийского моря)

Резюме. В статье рассматривается развитие современного метода мониторинга деградированных земель на примере северо-восточной части Каспийского моря. Для подобного мониторинга внедряются современные геоинформационные технологии. В нашем исследовании под ГИС подразумевают платформу по организации и анализу данных (сравнение космических снимков после обработки), применяя различные инструменты и программные обеспечения. В данной работе показана лишь малая часть потенциала геоинформационных систем для визуализации актуальной проблемы, увеличения площади деградированных земель на территории Западного Казахстана. В ходе работы применялись инструменты на базе программного обеспечения ArcGis10.5 и доступные космические снимки различного расширения. Результаты и описанные методы исследования могут быть использованы в образовательном процессе на базе школьного и вузовского образования, а также в организациях местного и государственного управления для представления и разработки планов по сдерживанию и распространению микрополютантов на обширной территории.

Ключевые слова: мониторинг, геоинформационные системы, деградация земель, почвы.

Нуртазина Н., Берденов Ж.Г., Wendt Jan A.

Деградацияға ұшыраған жерлердің мониторингінде ГАЖ технология әдістерін пайдалану (Каспий теңізінің Солүстік-Батыс бөлігі мысалында)

Түйіндеме. Мақалада Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігі мысалында деградацияға ұшыраған жерлер мониторингінің қазіргі заманғы әдістерін дамыту қарастырылады. Осындай мониторинг үшін қазіргі заманғы геоақпараттық технологиялар енгізіледі. Біздің зерттеуімізде ГАЖ түсінігі ретінде түрлі құралдар мен бағдарламалық қамтамасыз етулерді пайдалана отырып, деректерді ұйымдастыру мен талдау (ғарыштық түсірілімдерді өңдеуден кейін салыстыру) тұғырнамасы табылады. Берілген жұмыста мәселенің өзектілігін визуализациялау, Батыс Қазақстан аумағындағы деградацияға ұшыраған жерлер ауданын ұлғайтуда геоақпараттық жүйелер мүмкіндіктерінің шамалы бөлігі ғана көрсетілді. Жұмыс барысында ArcGis10.5 бағдарламалық қамтамасыз ету қорының құралдары мен рұқсат етілген түрлі өрістегі ғарыштық түсірілімдер пайдаланылды. Зерттеудің нәтижелері мен сипатталған әдістері мектеп және жоғары оқу орындарында білім беру үрдістерінде, сонымен қатар ауқымды аймақта микрополютанттардың таралуы мен тежеу жоспарын әзірлеу мен ұсынуда жергілікті және мемлекеттік басқару ұйымдарында пайдалануа болады.

Түйін сөздер: мониторинг, геоақпараттық жүйелер, жер деградациясы, топырақ.

УДК: 911.6
К.88

G.T. Kubesova, S.T. Abdreeva
(K. Zhubanov Aktobe Regional Stat University, RK, Aktobe, E-mail: gulnar_k1@mail.ru
Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty,
E-mail: sholpan.abdreeva2016@gmail.com)

PROBLEMS OF RECREATIONAL USE OF SPECIALLY PROTECTED ZONES (on the basis of Turgai State Nature Reserve)

Abstract: Kazakhstan with the richest natural and cultural heritage, a regional diversity of traditional forms of nature management, in the 21st century can become one of the most attractive countries in the world for the ecological tourism enhancing. The article deals with the main issues of recreational use of protected areas.

The purpose of the study is to identify and evaluate the natural recreational resources of Turgai State Nature Reserve for the development of recreation and tourism. Much attention is paid to the role and importance of specially protected natural areas, in particular, to recreation and tourism improving of Turgai State Nature Reserve. There was carried out the analysis of the current state of the Turgai State Nature Reserve that is located in the Irgiz region of Aktobe region, Kazakhstan. In the course of the work, the data of the Agency of the Republic of Kazakhstan on Statistics, the main indicators of the Turgai Reserve activity were used. The purpose of the study is to identify and evaluate the natural recreational resources of Turgai State Nature Reserve for the development of recreation and tourism. The most important tendencies, main directions of recreational use of protected territory are determined. An important point is a complex description of routes in the design of eco-cognitive paths. The main problems of tourist and recreational use of the natural reserve have been identified. Recommendations are given on the formation and development of domestic tourism in the region on the basis of the reserve. Prospects for the development of the tourist specialization sectors of the Irgiz district are determined.

Key words: tourist and recreational potential, specially protected natural areas, tourist specialization, ecological tourism, tourist infrastructure

Г.Т. Кубесова , Ш.Т. Абдреева
(Актюбинский региональный государственный университет имени К.Жубанова, РК,
г.Актобе. E-mail: gulnar_k1@mail.ru.
КазНУ имени аль-Фараби, РК, г.Алматы., E-mail: sholpan.abdreeva2016@gmail.com)

ПРОБЛЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТУРГАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА)

Аннотация: Казахстан с его богатейшим природным и культурным наследием, региональным разнообразием традиционных форм природопользования в XXI в. может стать одной из наиболее привлекательных стран мира по развитию экологического туризма. В статье рассмотрены основные вопросы рекреационного использования охраняемых территорий. Целью исследования явилось выявление и оценка природных рекреационных ресурсов Тургайского государственного природного заказника для развития отдыха и туризма. Большое внимание уделено роли и значению особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в частности, Тургайскому государственному природному заказнику в развитии отдыха и туризма. Проведен анализ современного состояния Тургайского государственного природного заказника, находящегося в Иргизском районе Актюбинской области Республики Казахстан. Применена покомпонентная оценка. В ходе выполнения работы использованы данные Агентства Республики Казахстан по статистике, основные показатели деятельности Тургайского заказника. Проведена рекреационная оценка природных компонентов. Определены важнейшие тенденции, основные направления рекреационного использования охраняемой территории. При проектировании эколого-познавательных троп является важным комплексное описание маршрутов. Выявлены основные проблемы туристско-рекреационного использования природного заказника. Даны рекомендации по формированию и развитию внутреннего туризма в регионе на базе заказника. Определены перспективы развития отраслей туристской специализации Иргизского района.

Ключевые слова*:* туристско-рекреационный потенциал, особо охраняемые природные территории, туристская специализация, экологический туризм, туристский маршрут, туристская инфраструктура.

Введение.

Отдых населения в естественной природной среде является одной из наиболее важных задач современности. В этой связи всестороннее изучение туристско-рекреационного потенциала

территории Республики Казахстан, выявление и резервирование новых территорий для отдыха, оценка уже существующего туристско-рекреационного природопользования и разработка рекомендаций по его оптимизации приобретает особую актуальность. При этом изучаются и территории и объекты, для которых ранее не предполагалось даже в незначительной мере изменять характер и интенсивность сложившейся хозяйственной деятельности. В особенности это относится к таким особо охраняемым природным территориям (ООПТ), как заказники, где предпринимаются определенные действия по расширению рекреационных зон, за счет регулируемого использования.

Изучением вопросов развития туризма, рекреационного ресурсопользования занимались В.В. Байдерин (1982), Т.М. Брагина (2007), В.И. Кружалин, Н.В. Шабалина, Е.В. Аигина, В.С. Новиков (2014), С.Р. Ердавлетов (2010) и др. Проблемам рекреационного использования особо охраняемых территорий, вопросам проектирования эколого-познавательных троп, их роли в формировании территориального туристского продукта посвящены труды лишь отдельных авторов В.П.Чижова (2007), Е.А. Джанджугазова Е.А. (2012, 2014) и др. [1].

В данном исследовании как перспективный объект развития отдыха и туризма рассмотрен Тургайский государственный природный заказник, находящиеся в пределах ООПТ «Иргиз-Торгайского государственного природного резервата».

Объект исследования - Тургайский государственный природный заказник.

Предметом исследования выступают научно-методические аспекты рекреационного ресурсопользования Тургайского государственного природного заказника.

Цель исследования - определение основ рационального ресурсопользования Тургайского государственного природного заказника в сфере отдыха и туризма.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- оценка предпосылок развития отдыха и туризма охраняемой природной территории;
- определение технологий проектирования экологических троп;
- рассмотрение современного состояния и проблем природоохранного и рекреационного значения охраняемой природной территории;
- разработка направлений развития отдыха и туризма в пределах Тургайского государственного природного заказника путем рационального ресурсопользования.

В работе сделана попытка дать оценку рекреационных ресурсов и рассмотреть вопросы их рекреационного использования для развития туризма в отдельных участках Тургайского государственного природного заказника.

Материалы и методы.

Методологическую и теоретическую основу работы составили труды зарубежных и казахстанских ученых в области рекреационной географии (В.С. Преображенский (1975), Е.А. Джанджугазова (2012, 2014), С.Р.Ердавлетов (2010) и др.)

В ходе исследования авторами были использованы труды по географии туризма (В.М. Котляров, А.И. Комарова, 2013; С.Р. Ердавлетов, 2010; Г.Т. Кубесова, 2004 и др.), фондовые, отчётные и другие материалы. Использованы методы системного анализа, синтеза, статистический и др.

Информационной базой исследования послужили материалы Агентства Республики Казахстан по статистике за 2010-2018 гг.; данные Актюбинской областной территориальной инспекции лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан за 2016-2018 годы; материалы ГУ «Управления предпринимательства Актюбинской области» Актюбинского областного акимата, отдела науки, информации и мониторинга Иргиз-Тургайского заказника и др. [2,3].

Результаты и обсуждение.

Развитие туризма в Актюбинской области осуществляется в рамках Концепции развития туристской отрасли Республики Казахстан до 2020 года, Программы по развитию сферы услуг в Республике Казахстан до 2020 года, Дорожной карты бизнеса 2020.

Согласно программе развития территорий Актюбинской области основными направлениями формирования и развития туристской отрасли в регионе являются:

1. Всестороннее изучение, реконструкция памятников природы, истории, культуры.
2. Пропаганда знаний об объектах природного, историко-культурного наследия и др.
3. Реализация проектов по развитию этнотуризма, экологического туризма, агротуризма;
4. Создание туристских маршрутов по природным достопримечательностям, с размещением гостей в гостевых домиках.
5. Строительство и реконструкция автомобильных дорог.
6. Содействие развитию малого предпринимательства по созданию и реализации туристских услуг.
7. Строительство, введение в эксплуатацию и совершенствование туристско-гостиничного

комплекса, гостевых домов, баз отдыха и других объектов размещения.

8. Развитие производства и реализации продуктов сельского хозяйства.

9. Возрождение школы мастеров по изготовлению изделий из шерсти, дерева.

10.Организация сезонных работ для жителей района, в частности, обслуживание отдыхающих, рыболовство и охота. (Программа развития территории Актюбинской области 2016-2020 годы. Актюбинск).

Неотъемлемой частью развития туризма на той или иной территории является и вовлечение в него особо охраняемых природных территорий, где имеется большой потенциал для рекреационного туризма. В Актюбинской области такой территорией является Тургайский государственный природный (зоологический) заказник. Он организован Постановлением Совета Министров Казахской ССР от 29 ноября 1967 года № 808. Из-за отсутствия статуса юридического лица заказник приказом № 244 от 06.07.2008 г. Комитетом лесного хозяйства и животного мира МСХ РК был передан на управление ООПТ «Иргиз-Торгайского государственного природного резервата». Общяя площадь резервата составляет 1 173 511 га, в том числе Тургайского зоогосзаказника - 296 000 га. Тургайский зоогосзаказник находится на территории Нуринского сельского округа Иргизского района Актюбинской области, в пределах рек Иргиз, Торгай, Улькаяк. Основная задача заказника - охрана и восстановление ценных, редких и исчезающих видов птиц и животных, особо ценных биоценозов Иргиз-Тургайской системы озер [4].

Естественно-научное обоснование создания резервата предусматривает организацию экологических троп, туристских маршрутов и гостевых домов, создание музея природы; Тургайский государственный природный заказник (зоологический) – передан в ведение Иргиз-Тургайского государственного природного резервата и вопросы создания инфраструктуры Тургайского заказника должны решаться в комплексе с резерватом. Зоозаказник является международным резерватом болотно-озерных птиц, расположенного на важнейшем перелетном пути птиц с юга на север Евроазиатского материка и обратно. Животный мир заказника представлен 29 видами млекопитающих, 170 видами птиц, из которых 30 - занесены в Красную Книгу РК, 14 видами пресмыкающихся, 4 видами земноводных и 11 видами рыб [5]. Флора представлена 430 видами из 64 семейств. В резервате развиты бердвочинг – наблюдение за розовым фламинго и др.разновидностей птиц, наблюдение за дикими животными.

Согласно физико-географическому районированию Казахстана территория заказника относится к равнинам и расположена в пределах полупустынной ландшафтной зоны умеренного пояса Прикаспийско-Туранской страны. Тургайско-Центрально-Казахстанской области, Нижне-Тургайской провинции, Западно-Тургайского округа, Иргиз-Улькаякского района [2]. Рельеф представляет собой холмистую равнину с многочисленными озерами, являющимися основной ценностью заказника. Поверхность равнины с большим количеством бессточных плоскодонных котловин имеют уклон к долинам рек. На западе равнины, вдоль р. Торгай, расположены небольшие массивы бугристых песков, закрепленных полукустарниковой и травянистой растительностью. Климат континентального типа [6]. Гидрографическая сеть представлена реками Торгай, Иргиз, Олькейек и их притоками. Имеются озера Байтакколь, Жарколь, Кызылколь, Шолакколь, Айырколь, Жайлау и др.

В данной работе на основе фондовых материалов, анализа литературных источников сделана попытка оценки степени рекреационной привлекательности ландшафтов Тургайского зоозаказника, для целей развития туризма. Физико-географические, биологические особенности территории обладают достаточно высокими рекреационными свойствами. Главные признаки, характеризующие рекреационные качества различных типов ландшафта заказника - контрастность и эстетичность ландшафтов, наличие водных объектов, уникальность животного мира, особенности растительного покрова, наличие охотничьих угодий, транспортная доступность.

Ландшафты имеют большую эколого-просветительскую ценность, так как они разнообразны и сформированы в пределах междуречья Иргиз - Торгай - Улькаяк, по которому проходят различные биогеографические рубежи. Охраняемые ландшафты - долина р. Тургай с болотистыми лугами и ивняками, водно-болотные угодья и обширные равнины со злаково-полынной, солянковой растительностью. Ландшафты заказника - уникальные объекты научных исследований и мониторинга. Они типичны для полупустынь, и им свойственна высокая сохранность биотических комплексов.

Малайская система озер вызывает большой интерес у любителей экстремального туризма Актюбинской области и прилегающих территорий России. Отдыхающим предоставляются туристское снаряжение, услуги проводника, сопровождение до озера Малайдар. На резиновых лодках

туристы могут проплыть через всю систему оз. Малайдар, заниматься рыболовством (сазан, окунь, язь, плотва, лещ, золотой и серебряный карась), наблюдать за поведением птиц и других животных, заниматься фото-, киноохотой и др. Однако, иногда на разнообразие рекреационных занятий может повлиять обмеление озер.

Популярны эколого-познавательные тропы, однодневные и многодневные маршруты. В теплый период года в пределах Тургайского заказника функционирует 1 туристский маршрут (единственный в резервате) «Село Иргиз - Малайдарская система озер», протяженностью 70 км. В районе живописных озер построены деревянные домики. Проект туристского маршрута разработан и утвержден в 2010 году, действует с 2015 года.

В целом, рассматриваемая территория, располагает уникальными ресурсами для развития экотуризма и разного рода природного и культурно-познавательного туризма в целом. Нигде более в Евразии не встречается такое сочетание озер, рек, выдающихся памятников истории, имеющих значение национального наследия, с обширными районами дикой первобытной природы [7]. В этой связи формируемая особо охраняемая природная территория Тургайскогогосударственного природного заказника должна рассматриваться в качестве главного ресурса для развития туризма как приоритетная отрасль социально-экономического развития региона.

Вышеуказанные рекреационные особенности различных участков заказника, свидетельствуют, что именно в них будет возможно комплексное развитие сферы услуг и организация маршрутов различной направленности. Если оценивать по 3-х бальной шкале (1-3 б.), то в пределах заказника доминируют ландшафты средних рекреационных достоинств (2 б.) [8,9,10].

К числу условий, ограничивающих их рекреационную привлекательность, можно отнести высокую степень засоленности водных объектов (более 50%), довольно однообразный равнинный рельеф, малопривлекательные для рекреантов территории, наличие значительных по площади понижений с труднодоступными участками, отсутствие местами транспортного сообщения.

Помимо экотуризма здесь возможно развитие альтернативных видов туризма, которые способствовали бы охране природы, экологическому просвещению и получению рекреационного эффекта. Организация рекреационной деятельности на основе современных научно-обоснованных подходах и методах в перспективе позволит в полной мере использовать все многообразие форм туристского природопользования в ООПТ.

Деятельность Иргиз-Тургайского государственного природного резервата имеет огромное значение в науке, образовании, охране экосистем. Сотрудники резервата ежегодно ведут учет млекопитающихся, птиц, с 2012 года участвуют на весеннем авиаучете сайгаков совместно с Институтом зоологии РК. По данным Актюбинской областной территориальной инспекции лесного хозяйства и животного мира по Бетпакдалинской популяции в 2018 году зарегистрировано на территории Актюбинской области 8644 голов сайгаков. Проводится научный мониторинг с участием специалистов Научно-исследовательского института проблем биологической безопасности, Национального референтного центра по ветеринарии, Франкфуртского Зоологического общества (Германия), Королевского ветеринарного колледжа (Великобритания) [11].

Центр управления Иргиз-Тургайского государственного природного резервата находится в селе Иргиз. Функционируют отделы: государственных инспекторов по охране природных комплексов; науки, информации и мониторинга; экологического просвещения и туризма; воспроизводство животного и растительного мира; финансовый; материально-технический и др.

Штатный состав сотрудников резервата составляет 99 единиц: директор, 2 заместителя директора, юрист, 65 государственных инспекторов, 30 сотрудников различных отделов.

Из 65 государственных инспекторов, 15 - имеют высшее образование, 29 - охотоведы, окончившие специальность «Звероводство и охотоведение» Актюбинского сельскохозяйственного колледжа, 21 - не имеют специального образования, 6 работников в настоящее время получают высшее образование по заочной форме обучения. Отдел «Экологического просвещения и туризма» скомплектован в основном выпускниками Актюбинского регионального государственного университета им. К.Жубанова, также данный вуз окончили все 7 сотрудников отдела «Науки, информации и мониторинга» (1- магистр экологии, 3-биолога, 3-эколога). Таким образом, базовое образование (высшее, среднеспециальное) имеют 74,6% сотрудников резервата.

С целью повышения квалификации руководство резервата систематически проводит различного рода консультации, направляет на курсы повышения квалификаций при Казахском аграрном университете им. С.Сейфуллина; научно-методические семинары Программы Развития ООН по вопросам биоразнобразия и экосистем («Тренинг по внедрению типовых учебных модулей обучающих программ» Алматы, 23-25 июля, 2018 года, «Повышение потенциала ООПТ по вопросам

эффективного управление и фандрайзинга», Алматы, 17-20 апреля, 2018 года) и др. Методическую помощь получают со стороны Актюбинской областной территориальной инспекции лесного хозяйства и животного мира.

Однако, некоторые имеющиеся проблемы (недостаток квалифицированных кадров, низкий уровень общей культуры обслуживания, плохое знание иностранных языков, незнание основных правил сотрудничества в бизнесе и др.) влияют на решение вопросов охраны природы, экотуризма, социально-экономического развития в Тургайском заказнике.

Как известно, немаловажную роль играет подготовка профессиональных кадров. Резерват являясь потенциальным работодателем региона, тесно сотрудничает с местными учебными заведениями. Так ,в учебный план местных Вузов включены дисциплины «Памятники истории и культуры Актюбинской области», «Рекреационные ресурсы Казахстана», «Основы туристско-краеведческой работы», «Планирование и организация туристского бизнеса» и др. которые ориентированы на потребность местных местных природоохранных предприятий и способствующие решению проблем квалифицированных кадров. Подготовка бакалавров, магистров по специальности «Экология», «Туризм» осуществляется в АРГУ им. К.Жубанова, Актюбинском университете им. С.Баишева. Так например в АРГУ им. К.Жубанова в учебный план специальности «Туризм» Для изучения мирового опыта развития туризма и экологии, освоения иностранных языков, студенты проходят обучение за рубежом (Латвия, Польша, Турция и другие страны); значительная часть тематики дипломных работ посвящена туристскому краеведению; организованы курсы по подготовке гидов-экскурсоводов с выдачей сертификатов (с 2018 г.); на базе городской станции юных туристов открыт филиал кафедры географии и туризма (2016 г.). Ведется сотрудничество с отделами областного акимата, туристской фирмой «Зере Тур», «Областной инспекцией по охране памятников истории и культуры» и др. (2010 г.) для них организовываются гостевые лекции по «Экскурсоведению», научно-методические семинары по актуальным проблемам развития туризма с участием российских, немецких ученых (2017, 2018 гг.) и др. представителей сферы туризма и экологии региона [12].

В дальнейшем, исходя из вышеизложенного, в целях совершенствования управлением ОППТ и развития туризма на территории Тургайского заказника предлагаем:

- рекомендовать получить высшее, средне специальное образование по соответствующим профилям всем сотрудникам резервата, .поскольку, деятельность заказника и всего резервата связано с проведением научных исследований, совместных работ с зарубежными организациями, учебными заведениями, населением.

- открыть при заказнике Центр экологии и туризма, базу практики кафедр экологии, географии и туризма АРГУ имени К.Жубанова.

- на базе АРГУ имени К.Жубанова организовать научно-практическую конференцию «Проблемы геоэкологии и развития экологического туризма Актюбинской области», провести «Экологический мост» с участием сотрудников Тургайского заказника, Департамента экологии области, ученых Института Степи УО РАО, местных краеведов и др.

- организовать курсы гидов-экскурсоводов, для работающих на маршруте, с выдачей сертификатов.

- организовать постоянно действующие лектории по направлениям: знание природы (умение определять растения, птиц, животных и т.д.), истории, культуры (национальных традиций и др.) местности; приобретение практических навыков работы на маршрутах (умение ориентироваться, разбить лагерь, организовать переправу, приготовить пищу, оказать первую помощь и т.д.); подготовке качественного туристского продукта; правила обслуживания, комфорт и безопасность клиента; менеджмент, маркетинг, предпринимательство, финансы и право в туризме.

Для эффективного развития экологического, активного и познавательного туризма в Тургайском заказнике необходимо сотрудничество с местным населением, привлечение частного капитала и предпринимательства к строительству и эксплуатации туристских объектов, развитию сферы услуг. Государство, в лице администрации заказника, должно оставить за собой вопросы лицензирования и сертификации туристских услуг, регулирования туристского потока, исходя из норм допустимых нагрузок на природу, содержание дорожно-транспортной инфраструктуры, связи, визит - центров для посетителей и отдаленных объектов размещения туристов, ввести систему экономических льгот для инвесторов, создать развитую региональную систему туристского сервиса. Для эффективного использовании земельных угодий необходимо предоставление льготных целевых кредитов для незанятого населения, содействие в реализации бизнес - проектов в Иргизском районе, поддержка бизнес-идей местных предпринимателей.

Вопросы маркетинга и рекламы туристского продукта заказника, организации и продажи туров целесообразно поручить коммерческим структурам (туристским фирмам) на основе соответствующих соглашений с заказником [13,14].

В связи с ориентацией экотуризма на западного клиента большое значение приобретает международное сотрудничество в области туризма. Это сотрудничество должно ориентироваться на создание совместных услуг и продуктов, организацию маркетинга туристского продукта заказника за рубежом.

В области предпринимательской деятельности в резервате намечены следующие задачи:

- привлечение частного капитала к инвестированию экотуризма;
- развитие предпринимательства, местного сотрудничества между администрацией заказника, турфирмами и предпринимателями;
- развитие предпринимательства в области организации туризма и обслуживания, вовлечение в этот процесс различных слоев местного населения;
- сотрудничество по продвижению туристского продукта заказника за рубежом.

В целях развития предпринимательства необходимо: создание местного рынка товаров и услуг, постепенная минимизация участия заказника в туристском бизнесе со стороны его администрации, при одновременном усилении государственного регулирования в этой области (в форме лицензирования туристской деятельности и сертификации услуг), привлечение частного капитала в сферу туризма на условиях аренды земельных участков. Учитывая, то что для сохранения биологического разнообразия в каждом экологическом регионе должны сохраняться эталонные природные участки достаточной площади, включающие все его природные элементы, данный заказник представляет большую научную ценность [10].

Тургайский заказник - это перспективный объект развития учебного, научного туризма. Здесь находятся места наибольшей концентрации водно-болотных птиц в период сезонных миграций и линьки, в т.ч. занесенных в Красную Книгу РК (лебедь-кликун, кудрявый пеликан, журавль-красавка и др.); группа озер на реке Олькейек, в пределах которой, на пролете обитает большое количество птиц (фламинго, малый лебедь, стерх и др.); места нерестилищ промысловых рыб; озера Кызылколь, Малайдар, как места обитания и гнездовий птиц, нерестилищ промысловых рыб и др.

Рекреационное использование ландшафтов заказника возможно при организации туристской инфраструктуры (баз отдыха, приютов и др.). На рассматриваемой территории перспективно: создание туристских троп, имеющих познавательное значение, и направленных на обеспечение природоохранного режима; формирование туристских услуг по направлениям пешего, конного, водного и других видов туризма [3]. Формирование новых туристских сетей в перспективе будет способствовать оживлению экономической жизни региона, решению экономических и социальных проблем сел, отдаленных населенных пунктов с неразвитой инфраструктурой, промышленностью. Поэтому вполне обоснованно в процессе структурной перестройки экономики районов Актюбинской области, в частности, Иргизского района отводить туризму особую роль.

Основными факторами, ограничивающими развитие туризма и рекреации в заказнике и, в целом в районе, являются:

- недостаточный уровень проведения научных исследований территорий в области биологии, геологии, гидрологии, медицины, в том числе по выявлению негативных биологических факторов и др.;
- отсутствие разработанных туристских маршрутов, экологических троп, ограничивает поток посетителей, желающих здесь отдохнуть;
- отсутствие развитой гостинично-кемпинговой инфраструктуры как на территории, так и в прилегающем районе, ограничивает потенциальные возможности использования ресурсов для стационарного отдыха;
- недостаточный уровень квалификации предпринимателей, отсутствие финансовых средств, необходимых для организации собственного дела.

«Визитной карточкой Иргизского района» является его центр - село Иргиз, которое, прежде всего, должно представлять туристский интерес (туристская инфраструктура, объекты познавательного значения и др.). Численность населения Иргизского района на 01.07.2017 г. составила 14996 чел. (сельское население - 100%) [15]. В районе растет число индивидуальных предпринимателей, развивается сельское хозяйство, рыболовство, пассажирские перевозки, связь, торговля, услуги водителя и др. Населенный пункт имеет 4 гостиницы общей вместимостью до 100 мест, сеть предприятий питания и магазинов, торгующих местной сувенирной продукцией. Пребывание в селе (2-5 дней) должно быть обеспечено экскурсионной программой, с посещением

памятных мест села и его окрестностей. Эти программы могут включать и 1-2 -дневные экскурсии с посещением метеоритного кратера Жаманшин, в 35 км от районного центра, мавзолея, живописных озер. Включая объекты заказника, могут формироваться и более продолжительные туры.

Заключение, выводы. На основании вышеизложенного, с учетом рассмотренных благоприятствующих и сдерживающих факторов в рекреационном использовании в пределах Иргизского района Актюбинской области возможно создание и функционирование региональной территориальной рекреационной системы с центром - Тургайский государственный природный заказник. К туристским предпосылкам заказника относятся природное, в частности, фаунистическое разнообразие, богатое историко-культурное наследие, базовая инфраструктура, особенности транспортно-географического положения, соседство с другими регионами РК и др. Основу Тургайского государственного природного заказника, как перспективного туристского объекта, составляют экологические тропы познавательного и природоохранного значения. Дальнейшее планирование и организация экологических троп должно предусматривать всестороннее изучение ресурсов отдыха и правильный выбор местности, разработку схемы и комплексное изучение маршрута. Эксплуатация эколого-познавательных троп с наибольшим экономическим эффектом возможна в результате всестороннего учета вопросов рационального рекреационного ресурсопользования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Актуальные проблемы изучения туристских ресурсов Российской Федерации на основе применения современных информационных технологий. /Под редакцией проф. Е.А. Джанджугазова.- М.: Издательство, 2012.- С.46-49.

[2] Атлас Казахской ССР. М.: ГУГК.1982.

[3] Брагина Т.М. Особо охраняемые природные территории Казахстана и перспективы организации экологической сети (с законодательными основами в области особо охраняемых природных территорий) - Костанай: Костанайский дом печати, 2007.- С.4-5.

[4] Материалы ГУ «Управления предпринимательства Актюбинской области». Актобе, 2017

[5] Котляров В.М., Комарова А.И. Туризм: природа-культура-путешествия. Пятиязычный словарь. Русский (с краткими дифениициями), английский французский, испанский, немецкий.- М.: Издательский дом «Кодекс», 2013.- С.428-429

[6] Физическая география Республики Казахстан. - Астана: ЕНУ имени Л.Н.Гумелева, 2010. - С.121-124

[7] Чижова В.П. Обоснование допустимых рекреационных нагрузок в природно-антропогенных ландшафтах юга Камчатки (на примере природного парка «Налычево») // Проблемы региональной экологии. Общественно- научный журнал. 2007. №3.С.104-108

[8] Mingaleva, Z., & Bunakov, O. (2014). Innovative ways of using the tourist potential. Life Science Journal, 11 (6), 315-317 p.

[9] Voronov, A., Kryukova M.V., Shlotgauer, S.D., Kulikov, A.V. (2016). Functional zoning of Shantar Islands National park (Article), Geography and Natural Resources 37(2), P. 123-128

[10] Beerli, A., & Martın, J. D. (2004). Tourists' characteristics and the perceived image of tourist destinations: a quantitative analysis-a case study of Lanzarote, Spain. Tourism management, 25 (5), 623-636 p.

[11] Kholodenko, A.V. (2007) Landscape-ecological Optimization of Nature Management In Natural Parks of the Steppe (exemplified In Volgograd Region), p. 24.

[12] Kirillov, S.N. (2010). Ecological Monitoring of Natural Parks In Volgograd Region, Ecology: Synthesis of Scientific, Technical and Humane Knowledge, P. 146-148.

[13] Кружалин В.И, Шабалина Н.В., Аигина Е.В., Новиков В.С. Процессы управления и саморегулирования в туризме. М.: 2014. - 328 с.

[14] Кубесова Г.Т. Оценка рекреационных ресурсов Актюбинской области для целей отдыха и туризма. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Алматы, 2004.- 35 с.

[15] www.stat.gov.kz.

Кубесова Г.Т. , Абдреева Ш.Т.

Ерекше қорғалатын аумақтарды рекреациялық пайдалану проблемалары (Торғай мемлекеттік табиғи қорықшасының мысалында)

Түйіндеме. Бұл мақалада ең бай табиғи және мәдени мұрасы бар Қазақстан табиғат пайдалануда аумақтық алуан түрлігімен сипатталады. XXI ғасырда экологиялық туризм бағыты бойынша мемлекетімыз әлемдегі ең тартымды елдердің бірне айналуы мүңкін. Мақалада қорғалатын аумақтарды рекреациялық пайдаланудың негізгі мәселелері қарастырылған.Зерттеу мақсаты - демалу мен туризм дамуына ықпал ететін Торғай мемлекеттік табиғи қорықшасының табиғы рекреациалық ресурстарын анықтау және бағалау.Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың (ЕҚТА), атап айтқанда, Торғай мемлекеттік табиғи қорықшасы, демалыс және туризмді дамытуда ролі мен маңызына үлкен көңіл бөлінген. Қазақстан Республикасы Ақтөбе облысы Ырғыз

ауданында орналасқан Торғай мемлекеттік табиғи қорықшасының қазіргі жағдайына талдау жүргізілген. Жұмыстың орындалу барысында Қазақстан Республикасы статистика агенттігінің деректері,Торғай қорықшасының қызметінің негізгі көрсеткіштері пайдаланылған. Табиғы компоненттерге рекреациялық бағалау жүргізілді.Қорғалатын аумақты рекреациялық пайдаланудың басты тенденциялары мен негізгі бағыттары анықталған. Экологиялық-танымдылық бағыттағы жолдарды жобалаудың негізі - маршруттарды кешенді сипаттау. Табиғи қорықшаны туристік - рекреациялық пайдаланудағы негізгі мәселелері көрсетілген. Қорықша негізінде аймақтағы ішкі туризмді қалыптастыру және дамыту бойынша ұсыныстар берілген. Ырғыз ауданының туристік мамандандыру салаларын дамытудың перспективалары анықталған.

Түйін сөздер: Туристік-рекреациялық потенциалы, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, туристік мамандандыру, экологиялық туризм, туристік маршрут, туристстік инфрақұрылым.

УДК 550.8

A.B. Baibatsha
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: baibatsha48@mail.ru)

GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF FORECAST PROMISING BLOCKS OF THE ARGANATY DISTRICT

Abstract. Ground-based magnetometric and electrical geophysical exploration were conducted at the forecast sites identified by cosmological and geological methods in the area of Arganaty of the East Balkhash in the zone of the Zhongar geosuture influence. Paleozoic rock masses are developed in the area, starting from the Silurian to Serpukhov-Middle Carboniferous. By a qualitative interpretation of magnetic data, a number of local and linear anomalies identified. Electrical exploration made it possible to construct primary data pseudosections, 2D inversion pseudosections on profiles. At one of the projected blocks, it was possible to establish beneath the overlying sediments the buried contact of the presumably medium composition intrusion with its volcanogenic-sedimentary rocks. At the same time, in both the endo- and exocontacts, by the presence of local magnetic anomalies and anomalies of induced polarization (IP), areas allegedly enriched with sulfide mineralization were identified. It is recommended to drill the prospecting wells.

Key words: Magnetic exploration, Electrical exploration, Anomaly, Buried granitoid, Sulphide mineralization, Prospecting drilling.

А.Б. Байбатша
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: baibatsha48@mail.ru)

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГНОЗНЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ РАЙОНА АРГАНАТЫ

Аннотация. Проведены наземные магниторазведочные и электроразведочные геофизические исследования на прогнозных участках, выявленных космогелогическими методами на площади Арганаты Восточного Прибалхашья в зоне влияния Жонгарской геосутуры. В районе развиты толщи палеозоя, начиная с силура до серпухова-среднего карбона. Путем качественной интерпретации магниторазведочных данных выделен ряд локальных и линейных аномалий. Электроразведочные работы дали возможность построить псевдоразрезы первичных данных, псевдоразрезы 2D инверсии по этим трем профилям. На одном из прогнозных участков удалось установить скрытый под наносами контакт интрузии предположительно среднего состава с вмещающими её вулканогенно-осадочными породами. При этом как в эндо-, так и в экзоконтакте по присутствию локальных магнитных аномалий и аномалий вызванной поляризации (ВП) установлены участки, предположительно обогащенные сульфидной минерализацией. Здесь рекомендуется пробурить поисковые скважины.

Ключевые слова: Магниторазведка, электроразведка, аномалии, скрытые гранитоиды, сульфидное оруденение, поисковое бурение.

Введение

Участок работ расположен в Восточном Прибалхашье, на территории Алакольского района Алматинской области. Рельеф участка равнинный, местами слабо холмистый. Большая часть площади занята грядовыми и бугристо-лунковыми песками, закрепленными травянистой, иногда

кустарниковой растительностью. Среди равнины возвышается низкогорное плато, краевые части которого носят названия гор Арганаты, Архарлы, Кыскаш с наибольшими абсолютными высотами 700-750 м. Горы Арганаты и Архарлы образуют замкнутое кольцо, внутренняя часть которого представляет собой пологую впадину, покрытую песками и такырами.

В геологическом строении изученной территории самыми древними являются отложения силурийской системы, которая представлена отложениями венлокской серии, слагающими небольшой тектонический блок в зоне регионального Жонгарского разлома на северной окраине гор Арганаты. Выходы силурийских пород шириной 300-400 м и длиной 15 км ограничены разломами широтного простирания, которые отделяют их от среднего девона на севере и серпухова-среднего карбона на юге [1].

Выходы интрузивных пород представлены незначительным по площади массивом кварцевых диоритов, расположенным в юго-западной части гор Арганаты. Значительно более широко распространены породы жильной фации – жилы и дайки кислого и среднего состава.

Рассматриваемый район приурочен к внутренней части Жонгаро-Балхашского прогиба, формирование которого связан с деятельностью палеозойского плюма и представляет собой первую кольцевую структуру Казахстана [2, 3]. Большая часть описываемой территории приурочена к Тастауской структурно-формационной зоне (СФЗ). Только крайняя, северо-восточная часть площади, перекрытая кайнозойскими образованиями, относится к Алакольской структурно-формационной зоне. Тастауская СФЗ отделена от нее региональным Жонгарским разломом, прослеживающимся на 400 км от Жонгарских ворот до гор Шубартау в Северном Прибалхашье.

Методы исследований и результаты

Перспективы участка Арганаты связаны с возможностью обнаружения эндогенного металлического оруденения (золото, медь, молибден, свинец, цинк, олово, вольфрам). Это оруденение, вероятнее всего, связано с проявлением интрузивного магматизма, признаки которого (единичный шток, участки термического воздействия на вмещающие породы, магматогенные кольцевые структуры, ореолы и отдельные пробы, содержащие повышенные количества меди, свинца ртути, вольфрама и золота) обнаруживаются в пределах площади. Здесь можно ожидать широкий спектр вышеупомянутых металлических полезных ископаемых.

В результате дистанционных космогеологических исследований были выделены наиболее перспективные участки, на которых проведены наземные геофизические исследования двумя методами. Магнитометрические работы были проведены на 9 локальных участках. Электроразведочные работы методом вызванной поляризации (ВП) были проведены в опытно-методическом варианте на локальном участке 4 (рис. 1).

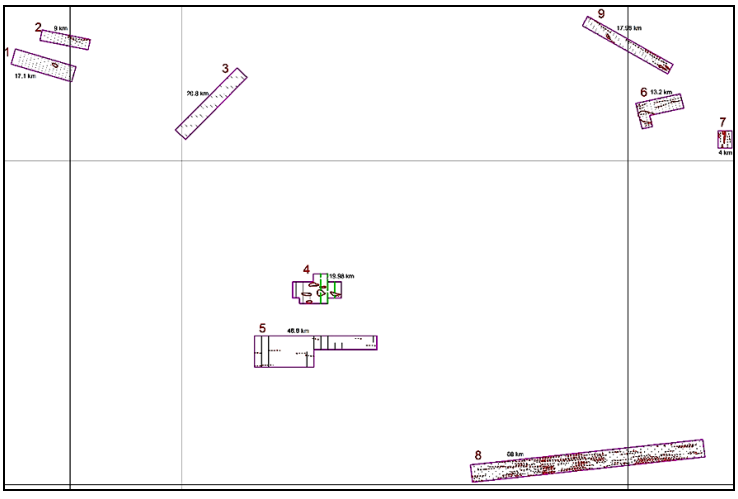


Рис. 1. Прогнозные перспективные участки района Арганаты (Восточное Прибалхашье) и их номера

Магниторазведочные работы осуществлялись с использованием высокоточных протонных магнитометров ММ-61. Технические характеристики прибора позволяют достичь высокой точности съемки. Выполненные работы позволили получить новый, существенно уточненный, более детальный и информативный вариант карт магнитного поля ΔТ масштаба 1:10 000. Путем

качественной интерпретации магниторазведочных данных, проведено выделение на участках ряда локальных и линейных аномалий, краткая характеристика которых по участкам приведена ниже.

Аномалия 1: (участок № 1) имеет элипсовидную форму и расположена в центре участка, с интенсивностью ΔТ 70 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими изменениями в экзоконтактовой зоне диоритового либо лампрофирового штокообразного тела.

Аномалия 2: (участок № 9) имеет элипсовидную форму, расположена в северо-западной части участка, ориентировка длинной оси ССЗ, с интенсивностью ΔТ 60 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими изменениями в экзоконтактовой зоне диоритового либо лампрофирового штокообразного тела внедренного вдоль оперяющего разлома ССЗ простирания.

Аномалии 3, 4: (участок № 9) имеют вытянутую элипсовидную форму и расположены на Юго-восточной части участка, ориентировка длинной оси СЗ, с интенсивностью ΔТ 40 нТл. Аномалии обусловлены дайками среднего состава.

Аномалия 5: (участок № 6) имеет изометрическую форму и расположена на Запад-юго-западе участка, интенсивностью ΔТ до 50-100 нТл с рядом линейных более мелких аномалий интенсивностью ΔТ до 500 нТл. Аномалия обусловлена диоритовым штоком, рассеченным лампрофировыми дайками среди вулканогенно осадочных пород тастауской свиты.

Аномалия 6: (участок № 7) имеет вытянутую до линейной форму в северной половине участка субмеридиональной ориентировки, с интенсивностью ΔТ 30 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими изменениями вдоль дайки среднего состава.

Аномалия 7: (участок № 7) имеет вытянутую форму и расположена на Юго-западе участка, кулисообразно к аномалии 6, с интенсивностью ΔТ 50 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими изменениями вдоль дайки среднего состава.

Аномалия 8: (участок № 4) имеет овальную субширотно ориентированную форму и расположена в центральной части участка. Интенсивность её до ΔТ 50 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими эндоконтактовыми изменениями в апикальной части интрузии среднего состава (рис. 2).

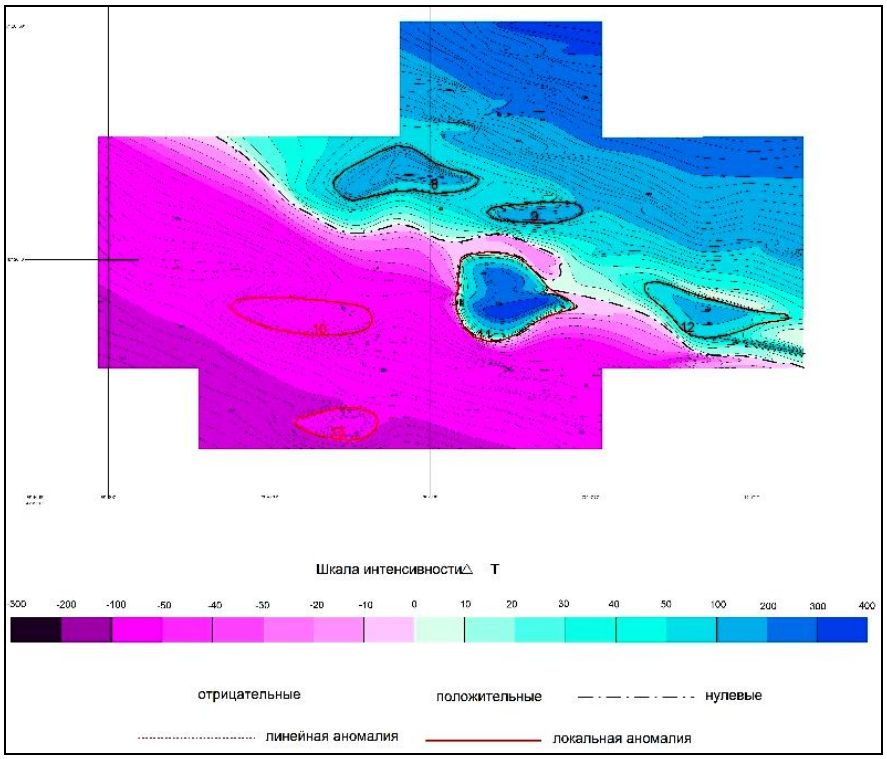


Рис. 2. Карта аномалий магнитного поля (нормальное поле 57734 нТл) участка № 4 (см. рис. 1).

Аномалия 9: (участок № 4) имеет элипсовидную форму и расположена в центральной части участка, с интенсивностью ΔТ 20 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими эндоконтактовыми изменениями в апикальной части интрузии среднего состава.

Аномалия 10: (участок № 4) имеет эллипсовидную форму и расположена в центральной части участка, в обширном поле относительно отрицательных значений ΔТ с интенсивностью ΔТа 90 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими изменениями в экзоконтакте диоритовой интрузии.

Аномалия 11: (участок № 4) имеет изометрическую форму и расположена в центральной части участка, наиболее выражена на участке с интенсивностью до ΔТ 300 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими изменениями небольшой части (вероятно апофизом) диоритовой интрузии, скорее всего, наиболее приближенной к поверхности.

Аномалия 12: (участок № 4) имеет эллипсовидную форму и расположена в центральной части участка, по форме и положению в магнитном поле схожа с аномалиями 8, 9, наиболее крупная из них, с интенсивностью до ΔТ 130 нТл. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими эндоконтактовыми изменениями в апикальной части интрузии среднего состава.

Аномалия 13: (участок № 4) имеет изометрическую форму и расположена в Южной части участка, в относительно отрицательном поле с интенсивностью ΔТ 60 нТл. По положению в магнитном поле схожа с аномалией 10, но более локальная. Аномалия обусловлена гидротермально-метасоматическими изменениями в экзоконтакте диоритовой интрузии.

Опытные электроразведочные работы проводились в модификации профильных зондирований вызванной поляризации (ВП) системой поль-диполь на отдельно выделенном участке, где по магниторазведочным работам была выделена аномалия. Электроразведочные работы дали возможность построить псевдоразрезы первичных данных, псевдоразрезы 2D инверсии по этим трем профилям.

В процессе выполнения электроразведочных работ была использована следующая аппаратура системы ВП:

• 16 channel GDD IP ReceiverModel GRx8-32 (16-канальный ресивер ВП/Сопротивлений производства Канадской компании Instrumentation GDD).

• GTT-30 Transmitter TX (трансмиттер производстваZonge Engineering and Research Organization, Inc., США).

• Генератор15КВт производства Zonge Engineering and Research Organization, Inc., США.

Профильные зондирования ВП/Сопротивлений были проведены с применением многоэлектродной установки поль-диполь, включающей питающий диполь (АВ) и приемную линию состоящюю из 14 приемных диполей.

При выполнении зондирования на каждом пикете профиля выполнялась серия замеров, состоящая из 20-50 циклов подачи и выключения разнополярных прямоугольных импульсов. Длительность токового импульса составляла 2 секунды, интервал между импульсами тока, в пределах которого осуществлялась регистрация процесса спада потенциала ВП составлял 2 секунды. Процесс стабилизации замера в течении множества рабочих циклов контролировался визуально на экране переносного компьютера, соединенного с ресивером (приемником) ВП. При необходимости, если процесс стабилизации замеров в цикле не был устойчивым, что контролировалось по величинам абсолютных погрешностей по каждому приемному диполю в данной серии циклов, оператором выполнялись дополнительные серии замеров на данной точке (пикете), которые в дальнейшем осреднялись в процессе обработки.

По данным магниторазведочных работ наиболее интересны данные получены на участке 4. Магнитное поле участка разбивается на две части – ССВ и ЮЮЗ. По границе этих участков проходит нулевая изолиния. ССВ часть поля отчетливо положительна (с градиентом на ССВ до ΔТ 250 нТл). ЮЮЗ часть относительно отрицательна с градиентом на ЮЮЗ до ΔТ -250 нТл. Скорее всего, положительное поле (как и по данным электроразведочных профилей ВП) связано с выходами под четвертичным чехлом интрузивного массива среднего состава с зонами метасоматически измененных пород как в эндо-, так и в экзоконтактах (рис. 3).

В процессе интерпретации опытных электроразведочных работ были построены псевдоразрезы поляризуемости и кажущегося сопротивления, а также псевдоразрезы их 2D инверсий.

Отмечено, что распределение поляризуемости в районе может быть обусловлено суммарным влиянием фонового распределения сульфидов в возможной продуктивной толще. Там, где зоны сульфидной минерализации залегают на глубине нескольких метров от поверхности палеозоя, наблюдается ярко выраженный эффект ВП, который контрастно выделяет зоны с повышенной

поляризуемостью. В случаях, когда зона сульфидной минерализации имеет прерывистый характер и находится на глубине, наблюдаются неконтрастные аномалии, которые трудно отделить от аномального эффекта, обусловленного распределением отдельных мелких скоплений сульфидов. Зоны, как правило, коррелируются с верхней частью аномалий поляризуемости.

По данным сопротивления (псевдоразрезы ρk), изменения сопротивления зависят от увеличения мощности мезозой-кайнозойской толщи, с ее увеличением растет и показания по сопротивлению. Общая картина распределения электрических полей, как и магнитного поля, показывает устойчивый градиент полей с увеличением их интенсивности в северной части участка.

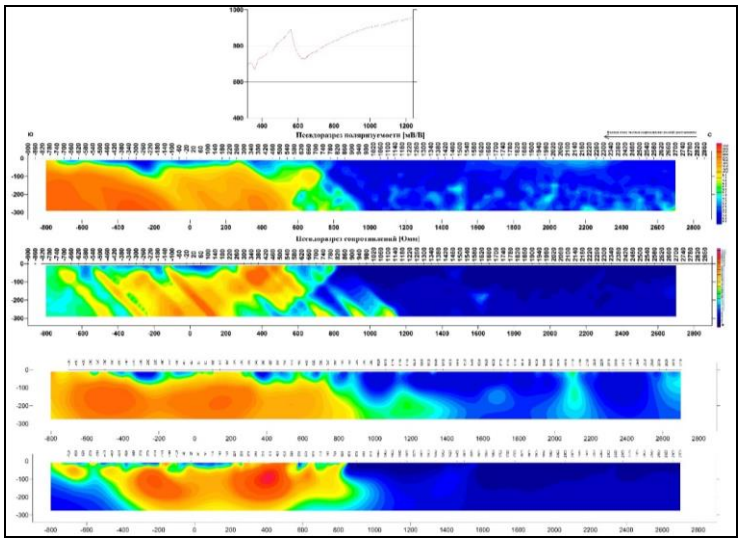


Рис. 3. График магнитного поля (нТл) по профилю I.1600 участка № 4 (см. рис. 1).

Заключение

Выполненные в районе исследований наземные геофизические работы (магниторазведка и опытные электроразведочные работы в модификации профильных зондирований вызванной поляризации (ВП) системой поль-диполь) проводились на 9 локальных участках, выбранных по данным дистанционного зондирования и анализа геологических материалов полевых исследований. В результате практически на всех участках путем анализа полученных магнитных карт удается выявить важные структурные элементы, относительно элементов залегания пород палеозойского цоколя, различных дайковых образований (особенно среднего состава), дающих отчетливые положительные аномалии.

Наиболее интересные данные получены на участке № 4, где удалось установить скрытый под рыхлыми осадками контакт интрузии предположительно среднего состава с вмещающими её вулканогенно-осадочными породами тастауской свиты девон-карбонового возраста. При этом как в эндо-, так и в экзоконтакте по присутствию локальных магнитных аномалий и аномалий вызванной поляризации (ВП) установлены участки, предположительно обогащенные сульфидной минерализацией. На этих участках рекомендуется сосредоточить проверочные буровые работы.

Работа выполнена в рамках темы государственного заказа по программно-целевому финансированию № 2018/BR05233713 «Комплексное геологическое изучение недр для развития ресурсной базы и разработки новых источников рудного сырья Казахстана».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Байбатша А.Б., Маманов Е.Ж., Ибраев К.О., Тикембаев Б.А. Геологическое строение и геодинамика района Арганаты и его рудоконтролирующие предпосылки / Вестник КазНИТУ, № 3, 2019. - С. 13-19.

[2] Baibatsha A. Relationship of Paleozoides and Mineral Deposits of Kazakhstan with the Paleozoic Superplume. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 29 June–5 July 2017, Albena, Bulgaria. Vol. 17, Issue 11. – PP. 479-486.

[3] Байбатша А.Б. Инновационные технологии прогноза полезных ископаемых. ISBN 978-601-7962-05-0. Алматы, Асыл кітап, 2018. – 524 с.

Байбатша Ә.Б.

Арганаты ауданы болжамдық перспективалы бөлікшелерінің геологиялық-геофизикалық сипаттамасы

Түйіндеме. Жоңғар геосутура зонасы ықпалындағы Шығыс Балқашмаңы Арғанаты алаңының космогеологиялық әдістермен анықталған болжамдық бөлікшелерінде жербетілік магнитбарлау және электрбарлау геофизикалық зерттеулер жүргізілген. Ауданда силурдан бастап, серпухов-жоғарғы карбонға дейінгі палеозой қатқабаттары дамыған. Магнитбарлау деректерін сапалық сараптау жолымен бірқатар жергілікті және сызықтық аномалиялар бөлінген. Электрбарлау жұмыстары бастапқы деректердің псевдоқималарын, кескіндер бойынша 2D инверсиясының псевдоқималарын тұрғызуға мүмкіндік берді. Болжамдық бөлікшелердің бірінде тасындылармен көмілген жорамал бойынша орташа құрамды интрузияның өзін сыйыстырушы жанартаулық-шөгінді таужыныстармен жапсарын анықтауға қол жетті. Мұнда эндо- және экзожапсарда жергілікті магнитті аномалиялардың және мәжбүрленген үйектеу (ВП) аномалияларының болуы бойынша жорамал сульфид минералдануға байыған бөлікшелер анықталған. Бұл бөлікшелерде іздеу ұңғымаларын бұрғылау ұсынылады.

Түйін сөздер: Магнитбарлау, электрбарлау, аномалия, жасырын гранитоид, сульфид рудалану, іздеу бұрғылау.

ӘОЖ 528.3

T.Turumbetov, P. Bekseitova, O. Kurmanbayev
(Kazakh National University named after al-Farabi. Almaty, Kazakhstan
E-mail: turar.kz_star@mail.ru)

GEODESIC SUBSTANTIATION OF EXPLORATION WORKS AT THE EASTERN SARYOBA FIELD

Abstract. The article deals with information about the copper Deposit "East Saryoba", the development of which is carried out in Zhezkazgan region, its role in the development of the mining industry. Geological, structural and tectonic features of the giant Deposit are presented. The analysis of modern geodetic methods and methods of geodesy used in seismic exploration of the copper ore Deposit "East Saryoba" on the deep horizon. GPS technologies are referred to modern technical means of geodetic support of seismic works.

Key words: copper deposit, geological map, seismic exploration, geodesy, geodetic support, space geodesy, methods, GPS measurements

Т.Тұрүмбетов, Р. Бексейітова, О. Құрманбаев
(КазНУ им.Аль-Фараби атындағы ҚазҰУ. г.Алматы, Қазақстан, turar.kz_star@mail.ru)

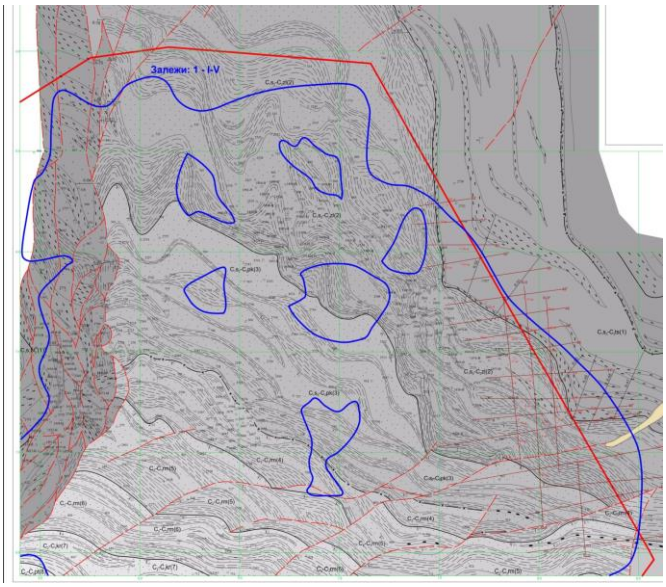
ШЫҒЫС САРЫОБА КЕН ОРНЫНДАҒЫ БАРЛАУ ЖҰМЫСТАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕУ

Андатпа. Мақала Жезқазған өңірінде игерілуі қолға алынған «ШығысСарыоба» мыс кен орны, оның тау-кен өндірісін дамытудағы атқаратын ролі жайлы ақпарат қарастырылған. Алып кен орнының геологиялық, құылымдық және тектоникалық ерешеліктері келтірілген. Терең қабатта түзілген «ШығысСарыоба» мыс кен орнын сейсмикалық барлау кезінде қолданылатын геодезияның дағдылы және заманауи әдістері мен тәсілдеріне талдау жасалған. Сейсмикалық барлау жұмыстарында қолданылатын заманауи геодезиялық технологиялар қатарына GPS – өлшеулерін жүргізудің кешенді әдістемесі ұсынылған.

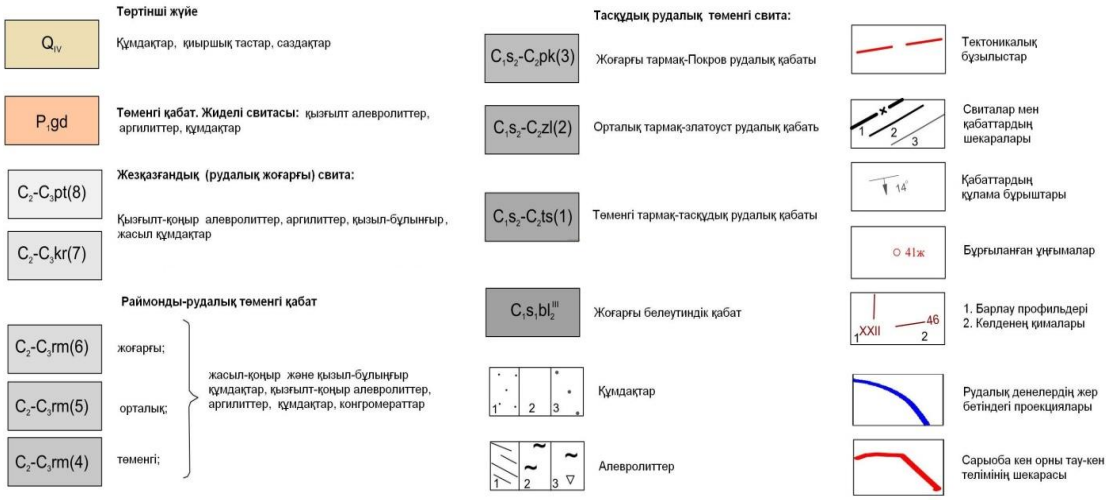
Түйінді сөздер: мыс кен орны**,** геологиялық карта, сеймикалық барлау, геодезия, геодезиялық қамтамасыздандыру, ғарыштық геодезия, әдістер, GPS өлшеулер

Заманымыздың заңғар ғалымы Қ.И.Сәтбаевтың сонау 1932 жылы жарияланған «Жезқазған мыс кен ауданы және оның минералдық байлықтары» деген еңбегі, бүгінгі таңда «Жезқазған мысы - ел ырысы» деген ұранға айналып отырғаны баршаға белгілі. Мәскеудің тапсырмасы бойынша Қазақстанның жерасты қазба байлығының картасын (металлогендік) жасаған кезде Қаныш Сәтбаев барлау жүргізілген аймақтан төрт-бес кен орындарын геологиялық картаға кіргізбейді. «Ондағы руда қоры өте тереңде. Қаржыны да, техниканы да көп қажет етеді. Толық пісіп пісіп-жетілмеген жерлерді картаға енгізуге әлі ерте», - дейді әріптестеріне. Ал, өзімен сырлас достары Мұхтар Әуезов пен Әлкей Марғұланға: «Әдейі жасырып алып қалдым. Кейінгі ұрпаққа да керек емес пе», – деген екен. Ғұлама ғалымның сол еңбегінің жемісін бүгінгі ұрпақ көріп отыр.

Солардың бірі Жыланды кен орны тобы қорына жататын «Шығыс Сарыоба» кен орны. Бүгінде Жезқазған өңірінде геологиялық барлау жұмыстарын жүргізуге 25 млрд теңге қарастырылуда. Бұл өз кезегінде жер қойнауын пайдаланудың жаңа нәтижелерге жетіп, соның жемісі ретінде өңір жағдайының жақсаруына жол ашпақ. Экономикада туындаған күрделі ахуал мен қиындықтарға қарамастан, кен орындарының көкжиегі кеңейіп келеді, соның ішінде «Шығыс Сарыоба» мыс кенін игеру Сарыарқа өңірінде тау-кен жұмысын жандандырды (1-сурет).



Шартты белгілер:



1-сурет. «Шығыс Сарыоба» кен орнының геологиялық картасы

«Шығыс Сарыоба» кен орны Жезқазған кенішінің солтүстігінде 30-45 км жерде орналасқан. Шығыс Сарыоба кен орны Жезқазған жүйесіне жататын бірыңғай кешенді тұнба тектестігімен өзара байланысты. Басты мыс сульфиттарына ілеспелер құрамында күміс, рений, күкірт пен селен кездеседі. Рений Жыланды кен орнының тұрақты серігі болып табылады. Сарыоба кен орындары геологиялық және кен-техникалық жағынан көбінесе Жезқазған кен орындарына ұқсас келеді.

Кен орны пайдалы компонентерінің қалыңдығы мен құрамы өте өзгермелілігімен сипатталады. Мыстың мөлшері 0,52-ден 6,56% -ға дейін өзгереді (орташа 1,40-1,50%). Литологиялық құрамына қарай Жезқазған свитасы Тасқұдық свитасына өте жақын. Оның төменгі жағында «раймундық» конгломераттар, ал жоғарғы жағы алевролиттерден тұратын Жиделі свитасымен жалғасады.

Бүгінгі таңда кен алқабында 11 рудалық шоғырлар анықталған, оның құрамында 109 рудалық денелер бар. Ең ірі кен орындары Тасқұдық қабатына шоғырланған, олардың ұзындығы 3200 м-ге, қалыңдығы 0,5-тен 17 м-ге дейін, рудалық денелер 750-800 м тереңдікте орналасқан. Жерасты тәсілімен игеруге арналған Тасқұдық қабатындағы рудалық шоғырлар мен кен денелерінің параметрлері 1-кестеде келтірілген.

1-кесте. **Рудалық шоғырлар мен рудалық денелердің негізгі параметрлері**

Шоғырлар №№	Пішіндері, категориялары	Бойлық және құлама бағыттағы ұзындықтары, м
1 - I	таспатәрізді	850x110
	тағатәрізді	1900x130
	таспатәрізді	800x100
1 - II	жамылғытәрізді	1600x350-700
	жамылғытәрізді	650x250
1 - III	дөңгелек– диаметрлі	700-800
	таспатәзізді	2300x300-600
	тағатәрізді	1200x100-300
1 - IV	тағатәрізді	1100x50-200
	тағатәрізді	900x50-150
	қабаттәрізді	700x300
1 - V	таспатәрізді	400x120
Рудалық шоғырлардың жалпы ауданы, тыс. $м^2$		
1 - I	C_1+C_2 категориясы	825
1 - II	$B+C_1+C_2$ категориясы	1467
1 - III	$B+C_1+C_2$ категориясы	1826
1 - IV	C_1+C_2 категориясы	984
1 - V	C_2 категориясы	361
Барлығы		5493
Кен орны бойынша барлығы		5912
Шоғырлардың орташа вертикаль қолыңдықтары, м		
1 - I	C_1+C_2 категориясы	2,53
1 - II	$B+C_1+C_2$ категориясы	4,36
1 - III	$B+C_1+C_2$ категориясы	4,02
1 - IV	C_1+C_2 категориясы	2,81
1 - V	C_2 категориясы	2,33
Барлығы		3,53
Кен орны бойынша барлығы		3,48
Мыс кенінің жерасты тәсілімен игерілетін қоры, млн. тонн		
1 - I		5,42
1 - II		16,64
1 - III		19,08
1 - IV		7,19
1 - V		2,18
Барлығы		50,64
Кен орны бойынша барлығы		53,48

Міне осындай, үлкен алқапты алып жатқан, бірнеше кен шоғырларынан тұратын және әртүрлі терең қабаттарда түзілген алып мыс кен орнын игеру үшін жүргізілетін сейсмикалық және эксплуатациялық барлау жұмыстары жоғары дәлдікті геодезиялық негізде құруды талап етеді. Соңғы жылдар екі өлшемді 2D және үш өлшемді 3D сейсмикалық барлауды жұмыстарын жүргізу кеңінен қолға алынды. Бұл оның кеңістікті бақылау жүйелерімен көлемді сейсмикалық барлауға көшуге және неғұрлым нақты ақпарат алуға мүмкіндік беретіндігі сөзсіз.

Сейсмикалық барлаудың бұл түрлері негізінен осы Сарыоба кен шоғырлары сияқты кен орындарын барлау үшін қолданылады, табиғи құбылыстардағы тау жыныстарының литологиялық және физикалық сипаттамаларын анықтау үшін құрылымдардың жекелеген учаскелерін егжей-тегжейлі зерттеуге бағытталады. Осындай күрделі барлау жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз етуге мыналар енгізіледі:

1) геодезиялық тірек және түсіріс тораптарын құру;

2) топографиялық түсірістер мен геологиялық есептік карталардың топографиялық негіздемесін жасау;

3) геологиялық барлау қазбаларының геометриялық элементтерін жобадан жергілікті жерге көшіру және оларды тірек пункттеріне байланыстыру.

Пайдалы кен орындарын геологиялық барлаудағы топографиялық және геодезиялық жұмыстар күні бұрын бекітілген жобаға сәйкес жүргізілуі, сонымен қатар геодезиялық жұмыстарды жүргізу мен геологиялық барлау жұмыстарын топографиялық-геодезиялық қамтамасыздандыру

инструкцияларын міндетті түрде орындалуы қажет. Осы жоғарыда аталған жұмысты бұрын жәй техникалық теодолитпен және нивелирмен жүргізген болса, осы күнгі дамыған заманның талабы бойынша, қазіргі заманғы аспапты пайдалану маңызды болып отыр.

Көптеген топографиялық және геодезиялық жұмыстарды орындаудың дәстүрлі технологиялары оларды ұйымдастырудың және іске асырудың күрделілігімен (әсіресе шалғай және климаттық қиын аудандарда); ауа-райына, тәулік пен жылдың уақытына толық тәуелділік; далалық бақылаулардың және камералдық есептеулерінің үлкен көлемі, жоғары білікті мамандардың қол еңбегімен айналысумен және т.б. сипатталады. Мұның салдары дәстүрлі геодезиялық жұмыстардың бүкіл циклінің қымбаттылығы мен ұзақтылығына әкеліп соғады.

Сейсмикалық барлау кезінде геодезиялық жұмыстардың қажетті дәлдігі мен жылдамдығына қол жеткізу геодезиялық қамтамасыз етудің жаңа техникалық құралдары мен технологияларын жетілдіру мен өндірсіке енгізуге тікелей байланысты.

Бүгінгі таңда геодезияда жер серіктік жүйе кеңінен қолданылуда. Соған байланысты, қазіргі кезде геодезия ғылымы мен өндірісі үлкен жетістіктерге жетуде. Ғылым мен техниканың дамуы көптеген дәлдігі мен өнімділігі жоғары тахеометр, GPS секілді геодезиялық өлшеу аспаптарының түр-түрін жасап өмірге енгізіп отыр. Соның бірі GPS (Global Positioning System – ғаламдық позициялау жүйесі) – геодезиялық негіздерді құрудағы ең тиімді аспап болып табылады. GPS қабылдағыштарының ең басты ерекшеліктерінің бірі – ауа райының кез келген жағдайларында өлшеу жұмыстарын орындайды, қабылдағыштармен 10 шақты шақырым аралықта өлшеулер жүргізе беруге болады (3-сурет).



3-сурет. GPS қабылдағышы

GPS қабылдағыштармен бірге болатын программалардың көмегімен, өлшеу нәтижелерін өңдеп, алынған геодезиялық жүйелерді теңестіруге және пункт координаталарын келесі түсірістерге есептеуге болады. GPS көмегімен геодезиялық жұмысты жүргізуде еңбек өнімі жоғарылайды.

Қорытынды. Жоғарыда келтірілген терең қабаттарда орналасқан, праметрлері де әрқилы кен орындарын сеймикалық барлау кезінде жерсеіктік жүйелердің тиімділігі өте зор. Жылжымайтын геодезиялық тірек торабы пункттерде жұмыс істей отырып, барлық қателіктерді ескеруге мүмкіндік береді және де станциядағы түзетулерді барлық GPS қабылдағыштарға жібере алады, ал олар позициялау нәижелеріне түзетулерді енгізе отыра, сенімді нәтижелер алуға толық мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сатпаев К. И. Основные результаты комплексного геологического изучения и вопросы генезиса Джезказгана. Геология рудных месторождений, 1962, № 3.

[2] Рабочий проект. Отработка карьера «Восточная Сарыоба», том 2, книга 1. Жезказганский проектный институт, 2007.

[3] Нұрпейісова М.Б. Ғарыштық геодезия (оқулық).-Алматы: АВ РК, 2012.-324 б

[4] Нұрпейісова М.Б. Ғарыштық геодезия (учебник) .- Алматы: АС ВУЗовРК, 2012.-324 б.

Турумбетов Т., Бексеитова Р., Курманбаев О.

Геодезическое обоснование разведочных работ на месторождении Восточный Сарыоба

Резюме. В статье рассматривается информация о медном месторождении «Восточный Сарыоба», освоение которого осуществляется в Жезказганском регионе, его роли в развитии горнодобывающей промышленности. Представлены геологические, структурные и тектонические особенности гигантского месторождения. Проведен анализ современных геодезических методов и способовв геодезии, применяемых при сейсморазведке меднорудной залежи «Восточный Сарыоба» на глубоком горизонте. *К современным техническим средствам геодезического обеспечения сейсморазведочных работ отнесены GPS технологии.*

Ключевые слова: медное месторождение, геологическая карта, сеймическая разведка, геодезия, геодезическое обеспечение, космическая геодезия, методы, GPS измерения.

УДК 911.52

Zh. Ozgeldinova, G. Ospan

METHODOLOGICAL BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF THE OPTIMAL STRUCTURE OF NATURE LANDSCAPES BASED ON LANDSCAPE ECOLOGICAL ANALYSIS USING REMOTE SENSING/GIS TECHNOLOGIES

Abstract. The paper presents the methodological basis for the development of the optimal structure of natural landscapes on the basis of landscape-ecological analysis with the use of remote sensing/GIS technologies. The main tasks, expected results and methods for the development of the optimal structure of landscape management are presented.

Key words: landscape, structure of nature management, anthropogenic impact, GIS.

Ж. Озгелдинова, Г. Оспан
(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ,
Қазақстан Республикасы. E-mail: gauhara_ast@mail.ru)

ЛАНДШАФТТЫ-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ЖҚЗ/ГАЖ-ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ЛАНДШАФТТАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ОҢТАЙЛЫ ҚҰРЫЛЫМЫН ӘЗІРЛЕУДІҢ ӘДІСНАМАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Андатпа. Жұмыста ЖҚЗ/ГАЖ-технологияларын қолдана отырып ландшафттық-экологиялық талдау негізінде ландшафттарды пайдаланудың оңтайлы құрылымын әзірлеудің әдіснамалық негіздері баяндалған. Ландшафттарды пайдаланудың оңтайлы құрылымын әзірлеу үшін негізгі міндеттер, күтілетін нәтижелер мен әдістер келтірілген.

Кілт сөздер: ландшафт, табиғат пайдалану құрылымы, антропогендік әсер, ГАЖ.

Табиғатты пайдаланудың ұтымды құрылымын қалыптастыру құралы болып бірқатар авторлардың ұсынған және әзірлеген аймақтық экологиялық тұжырымдамалар болып табылады (Чибилев А. А. [1], Антипов А. Н., Плюснин В.М. [2], Мизерханова З.Г. [3, 4]). Бұл тұжырымдамалар экологиялық тұрақтылықты қолдауды қамтамасыз ету үшін бірыңғай тұтас жұмыс істейтін аумақтық кешендердің бірыңғай жүйесін қалыптастыру туралы бірқатар ережелерді білдіреді. Бұл ретте аумақтың экологиялық қаңқасы табиғатты қорғаудың нысаны емес, табиғатты пайдалануды басқару жүйесі сияқты екенін ескеру қажет. Аумақтың экологиялық қаңқасының табиғат пайдаланушылық бағдары табиғатты пайдалануды нормалаумен, аумақты игеру режимдерін регламенттейтін негізбен байланысты.

Алайда, бүгінгі күні ландшафттардың антропогендік әсерлерге нақты тұрақтылығын, ландшафттарға антропогендік жүктеме дәрежесін бағалауды және антропогендік әсер ету жағдайындағы геожүйелер динамикасының үрдістерін болжауды ескере отырып, табиғатты пайдаланудың оңтайлы құрылымын әзірлеудің әдіснамалық базасы жоқ. Бұл ретте тұрақтылықты ерекше табиғи ресурс ретінде қарастыруға болады, өйткені антропогендік қызмет нәтижесінде заттар мен энергия шығарындыларына қатысты табиғи ортаның ассимиляциялық қабілеті табиғат қорғау саясатын айқындау критерийлерінің бірі бола алады. Геожүйеге антропогендік жүктемені бағалау кезінде табиғи кешендердің тұрақтылығын анықтау шаруашылық қызметті кеңістіктік байланыстыруға және реттеуге, шаруашылық қызмет объектілерінің орналасу орнын реттеуге, табиғат пайдалану ерекшелігін анықтауға мүмкіндік береді. Әсіресе экономикалық және экологиялық әсердің нәтижесінде табиғат пайдалану жүйесі өзгерген аумақтар үшін осы мәселелерді зерттеу өзекті болып табылады. Бұл ретте табиғатты пайдаланудың оңтайлы құрылымы теріс салдарларға әкеп соқпайды, геожүйелердің орта және ресурс қалыптастыратын қасиеттерін төмендетпейді, керісінше, аумақтың ландшафтық ерекшеліктерін ескермей қалыптасқан табиғатты пайдаланудың жетілдірілмеген құрылымы табиғаттың бұзылуына және тозуына әкеп соғады деп есептелінеді. Осылайша, геожүйелерді пайдалану кезіндегі экологиялық талаптар мен шектеулер бір жағынан, геожүйелер құрылымын және олардың жұмыс істеуін зерттеу, ал екінші жағынан, аумақтың игерілу сипатын, табиғи және антропогендік факторлардың өзара әрекеттестігін есепке алудан құрылуы тиіс.

ЖҚЗ/ГАЖ-технологияларды қолдана отырып ландшафттық-экологиялық талдау негізінде ландшафттарды пайдаланудың оңтайлы құрылымын әзірлеу мынадай міндеттерді шешуді талап етеді:

- геожүйелердің жүйе құраушы факторларына кешенді талдау негізінде зерттеу аймағының ландшафттарының қалыптасуының табиғи факторларына талдау. Қарқынды антропогендік қызмет жағдайында ландшафттардың ластану процестерінің табиғи-климаттық ерекшеліктерін анықтау Кешендік талдау негізінде геожүйелер параметрлерінің өзара байланысының құрылымы туралы алынған нәтижелер табиғи кешендердің қазіргі жай-күйін бағалау және динамикасын болжау үшін негізгі ақпарат болып табылады;

- ландшафттық-геохимиялық жағдайға антропогендік факторлардың әсерін талдау.

Зерттеуді кемінде үш жыл жүргізу қажет, онда ауаны, топырақ қабатын, жер үсті суларын және өсімдіктердің негізгі түрлерін зерттеу қажет. Геожүйелерді геохимиялық талдау үшін олардың ауада, суда, топырақта және өсімдіктерде жинақталуының қарқындылығын, сипаты мен ерекшеліктерін көрсететін макрокешендер мен микроэлементтер құрамының сандық вариациялық-статистикалық көрсеткіштерін есептеу қажет. Геохимиялық мониторинг негізінде зерттеу аймағының экологиялық-ландшафттық-геохимиялық аудандастыру картасын жасау;

- далалық және геоақпараттық картографиялау негізінде қоғамдастықтарды түрлендіру құрылымдық-динамикалық принципі бойынша орта масштабты (1: 500 000) ландшафттық карта жасау. Оның негізгі міндеті ландшафттарда қолданылатын кеңістік-уақыттық заңдылықтарын көрсету болады. Ландшафттардың құрылымдық ұйымдастырылуын бағалау;

- ГАЖ/ЖҚЗ-технологияларды қолдана отырып, ландшафттарды антропогендік пайдалану қарқындылығын талдау негізінде ландшафтқа антропогендік әсер ету факторларын анықтау. Қазіргі заманғы табиғат пайдаланудың ретроспективті талдауы негізінде ландшафттардың табиғатты пайдаланудағы аумақтық құрылымының картасын жасау [5];

- антропогендік әсерлерге ландшафттардың тұрақтылығын бағалау.

Табиғат кешендерінің антропогендік әсерлерге тұрақтылығы бойынша жүргізілген бағалау тұрақтылық әлеуеті әртүрлі ландшафттарды (салыстырмалы түрде тұрақтыдан тұрақтылығы әлсіз) анықтауға мүмкіндік береді. Негізге алынған көрсеткіштер шаруашылық қызметті олардың тұрақтылығымен кеңістіктік байланыстыруға мүмкіндік береді және табиғатты пайдалану құрылымын реттеуге, шаруашылық қызмет объектілерінің орналасуын анықтауға, яғни геожүйенің орнықтылығын білу есебінен теріс әсерді азайту мәселесін жоспарлы шешуге мүмкіндік береді.

- ландшафтқа антропогендік әсер ету дәрежесін анықтау. Ландшафттарға антропогендік әсер етуді бағалау геожүйелердің өзгеру дәрежесі әртүрлі аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді. Жүргізілген жұмыс нәтижесінде ландшафтқа антропогендік жүктеме дәрежесін бағалаудың картографиялық көрінісі жасалынатын болады.

- антропогендік әсер ету жағдайындағы ландшафт динамикасының үрдістерін болжау. Антропогендік әсерлердің болжамы өңірлердің әлеуметтік-экономикалық дамуының ағымдағы және бағдарламалық міндеттерінен туындайды. Жүргізілген жұмыс нәтижесінде зерттеу аймағы аумағын перспективалық ұйымдастыру картасын жасау қажет;

- антропогендік әсерлерге ландшафттардың тұрақтылығын бағалау, ландшафттарға антропогендік жүктеме дәрежесін бағалау және антропогендік әсер ету жағдайында ландшафттар динамикасының үрдістерін болжау нәтижелерінен негізделген табиғатты пайдаланудың оңтайлы құрылымын әзірлеу. Жүргізілген жұмыстың нәтижесінде ұсынылған табиғатты пайдалану құрылымының картасын жасау қажет. Келешекте қатаң аумақтық байланыс халықтың, әкімшілік органдарының, шаруашылық және өзге де қызметті жүзеге асыратын заңды тұлғалардың нақты белгіленген жерлерде нормативтер мен ережелерді сақтауын қамтамасыз етеді.

Қойылған міндеттерді шешу кезінде мынадай әдістерді пайдалану қажет: кешендік талдау, математикалық модельдеу, интеграцияланған және жеке параметрлер бойынша бағалау әдісі, картографиялық, сараптамалық бағалау әдісі және ықтимал болжау, баллдық бағалау әдісі, кеңістіктік интерполяция әдістері, ЖҚЗ деректерін дешифрлеу және геоақпараттық картографиялау әдістері және т. б.

✓ Кешендік талдау жүйедегі өзара байланысты анықтауға, өзара байланыс құрылымын зерттеуге, геожүйенің жағдайын қалыптастыруға әсер ету дәрежесі бойынша процестерді ранжирлеуге мүмкіндік береді;

✓ Ландшафтардың құрылымдық бөліктерін және олардың сипатты белгілерін, кеңістіктегі және уақыттағы өзгерістерді, басқа компоненттермен өзара байланысы мен өзара байланыстылығын егжей-тегжейлі талдау үшін кешенді далалық физикалық-географиялық зерттеу бағдарламасын әзірлеу қажет. Зерттеу міндеттерінің бірі фондық негізгі және антропогендік ластану аймағында

орналасқан учаскелердің геожүйелерінің жағдайын сипаттайтын облыс аймағындағы негізгі учаскелерді таңдау болып табылады [10].

Алдын ала тексеру барысында табиғатты пайдалану типтерін ескере отырып және жоғары кеңістіктік рұқсатты ғарыштық түсірілімдерді пайдалана отырып, негізгі учаскелерді анықтау қажет. Дәстүрлі әдістерді (негізгі учаскелер, ландшафтық профильдеу, сынақ алаңдары, топырақ шұңқырлары, далалық карталау, салыстырмалы-географиялық), сондай-ақ ғарыштық дешифрлеуді де қолдану қажет;

✓ ЖҚЗ деректерін дешифрлеу әдістері ландшафт компоненттері туралы (топырақ жамылғысының геохимиялық өзгергіштігінің көрсеткіштері, өсімдіктердің деградациясы және т. б.), ландшафттардағы қазіргі заманғы физикалық-географиялық процестер туралы (экзодинамикалық процестер), антропогендік факторлардың таралу сипаты мен дәрежесі туралы (техногендік түзілімдердің ауданы, егістік және т. б.) және т. нақты мәліметтер алуға мүмкіндік береді [14];

✓ Геоақпараттық картаға түсіру (ArcGIS 10.1, SAGA GIS 2.0.6 және т. б.) карталардың кезең-кезеңімен орташа масштабты (1:500 000) серияларын орындау кезінде ландшафттардың зерттелетін сапалық және сандық сипаттамаларының кеңістіктік таралу ерекшеліктерін анықтау: ландшафтық карта; экзодинамикалық процестер картасы; ландшафттарды пайдаланудың қазіргі аумақтық құрылымының картасы; экологиялық-ландшафтық-геохимиялық аудандастыру; антропогендік әсерге ландшафттардың тұрақтылық картасы; антропогендік жүктеме дәрежесі бойынша ландшафттарды аймақтарға бөлу; Зерттеу аймағының перспективалы ұйымдастыру картасы; табиғатты пайдаланудың ұсынылатын құрылымының картасы. ландшафттарды картографиялаудың бастапқы ақпараты ретінде геожүйелерді, ғарыш түсірілімдерін, аумақты түсіру және бейнелерді өңдеу әдістерін дамыту кезінде алынатын материалдарды, бірыңғай картографиялық проекцияда және координаттар жүйесінде интеграцияланған GPS-байланыстырылған далалық зерттеу материалдарын, топографиялық карталарды, топырақ жамылғысының литологиясы мен құрылымын, далалық сипаттамаларды (геоботаникалық, топырақтық және т. б.) сипаттайтын профильдерді, сондай-ақ күрделі кеңістіктік талдаудың жаңа технологияларын қолдану қажет [15];

✓ Интеграцияланған және жеке параметрлер бойынша бағалау әдісі ландшафттардың сандық және сапалық көрсеткіштері негізінде (құрғақтықтың радиациялық индексі, рельефтің сипаты, табиғи дренаждау дәрежесі, геохимиялық жағдайы, топырақтың механикалық құрамы, гумус қабатының қуаты, гумус құрамы, тұздану дәрежесі және т.б.) олардың орнықтылығын анықтауға және табиғатты пайдаланудың оңтайлы құрылымын әзірлеу кезінде әртүрлі тәсілдерді талап ететін кластарға ландшафттарды саралауға мүмкіндік береді. Ландшафтқа антропогендік жүктеме дәрежесін интегралдық бағалаудың негізі олардың салмақтық коэффициенттерін ескере отырып, талданған көрсеткіштерді бағалауды қосу рәсімі және антропогендік жүктеме деңгейі бойынша зерттелетін аймақты автоматтандырылған зондылау болып табылады;

✓ Ландшафтқа антропогендік жүктемені зерттеу кезінде бірнеше бақылаулардан кейін жасалынатын сандық анализ және табиғат жүйесіндегі анықталған даму үрдістері негізінде сараптамалық бағалау және табиғат процесстерін ықтималды болжау әдістерін қолдану қажет,

✓ Негізгі көрсеткіштердің салмақтық коэффициентін ескере отырып, әрбір ландшафт шеңберінде параметрлердің өзгеру дәрежесінің орташа коэффициенті айқындалатын болады. Экстраполяция әдісі үдерістерді ретроспективті зерттеу және анықталған үрдістердің болашаққа таралуынан тұрады. Болжамдар үшін математикалық модельдеу әдістерін қолдана отырып, геожүйеге антропогендік жүктеменің болжамды дәрежесіне сандық баға алуға болады. Картографиялық әдісті қолдану аймақтың ландшафтық құрылымын бағалауға және болашақ антропогендік әсерлердің ареалдарын орнатуға мүмкіндік береді.

Аймақтың тұрақты даму қағидаты табиғатты бейімдеуді қалыптастыру процесінде іске асырылады, яғни табиғат пайдаланудың ұтымды құрылымын құру, оның түпкі нәтижесі өзара байланысты және өзара келісілген экономикалық, әлеуметтік және геоэкологиялық факторларды ескере отырып, белгіленген аймақтарды перспективалық дамыту сценарийі болады. Келешекте қатаң аумақтық байланыс халықтың, әкімшілік органдардың, шаруашылық және өзге де қызметті жүзеге асыратын заңды тұлғалардың нақты белгіленген жерлерде нормативтер мен ережелерді сақтау қажеттілігіне негізделеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Чибилев А.А. Ландшафтно-экологические основы рационализации природопользования в степной зоне (на примере Южного Урала и сопредельных территорий): автореф. ... докт. геогр. наук. – СПб: ГУ, 1992. – 50 с.

[2] Антипов А.Н., Плюснин В.М. Экологическое зонирование Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. – 2002. – №4. – С. 14-23.

[3] Мирзеханова З.Г. Экологический каркас территории в стратегии устойчивого развития: анализ подходов, назначение, содержание // География и природные ресурсы. – 2001. – №2. – С. 154-158.

[4] Мирзеханова З.Г. Экологический каркас территории в стратегии устойчивого развития: пример практической реализации // География и природные ресурсы. – 2001. – №3. – С. 23-28.

[5] Джаналеева К.М. Физико-географическое районирование Республики Казахстан: учебное пособие: Эверо, 2014.-327 с.

[6] Джаналеева К.М. [и др] Эколого-географический толковый словарь: словарь.-Алматы: Эверо,2015.-499с.

[7] Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. - 260с.

[8] Арманд Д.Л. Наука о ландшафте (основы теории и логико-математические методы). М.: Мысль, 1975. - 287с.

[9] Афанасьев В.Г. Системность и общество. М.: Наука, 1980. - 368с.

[10] Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1964. - 230с.

[11] Берлянт А.М. Геоинформационное картирование / А.М. Берлянт // Итоги науки и техники. Картография. Т. 14. 1991. - 345 с.

[12] Турлапов В.Е. Геоинформационные системы в экономике: Учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: НФ ГУ-ВШЭ, 2017.

[13] Журкин И. Г., Шайтура С. В. Геоинформационные системы. — М., «КУДИЦ-ПРЕСС», 2012.

[14] Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В. Геоинформационные системы территориального управления. Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 121 с.

[15] Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И.К. Лурье. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.

Озгелдинова Ж., Оспан Г.

Методологические основы разработки оптимальной структуры природопользования ландшафтов на основе ландшафтно-экологического анализа с применением ДЗЗ/ГИС-технологий

Резюме. В работе изложены методологические основы разработки оптимальной структуры природопользования ландшафтов на основе ландшафтно-экологического анализа с применением ДЗЗ/ГИС-технологий. Приведены основные задачи, ожидаемые результаты и методы для разработки оптимальной структуры природопользования ландшафтов.

Ключевые слова: ландшафт, структура природопользования, антропогенное воздействие, ГИС.

ӘОЖ 911.2;502.5

A.G. Abdullina, K.T. Saparov
(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
e-mail: akshunus_a@mail.ru)

THE PLACE AND THE DISTRIBUTION OF PHYTONYMS AND ZOONYMS IN DETERMINING THE DYNAMICS OF LANDSCAPES IN AKTOBE REGION

Abstract: The article considers the possibility of using these place names to identify and restore landscape changes in connection with the endangered rare flora and fauna of Aktobe region. The map shows the distribution of names associated with animals and plants - fraxinella, turanga, pine, juniper, red birch, wild boar, kulan, beaver, saiga. This allows us to identify the indigenous habitats of these species of plants and animals, that is, to observe changes in the landscape. The results of the study assess the importance of the toponymic approach in determining the dynamics of the landscape.

Keywords: phytotoponym, zootoponym, landscape change, historical data, rare animals, plants, Aktobe region

А.Г. Абдуллина, К.Т. Сапаров
(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазахстан,
Нұр-Сұлтан қ.,e-mail: akshunus_a@mail.ru)

АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫ ЛАНДШАФТТАРЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН АНЫҚТАУДАҒЫ ФИТОНИМДЕР МЕН ЗООНИМДЕРДІҢ ОРНЫ ЖӘНЕ ТАРАЛУ АРЕАЛДАРЫ

Аңдатпа: Мақалада Ақтөбе облысының жоғалып кеткен және сирек кездесетін өсімдіктер мен жануарлар дүниесіне байланысты аталған топонимдердің ландшафт өзгерісін анықтауда және қалпына келтіруде пайдалану мүмкіндіктері қарастырылды. Ақтөбе облысы аумағында шаған, тораңғы, қарағай, арша, қызылқайың өсімдіктері, қабан, құлан, құндыз, киік жануарларымен байланысты атаулардың таралуы карта жүзінде көрсетілді. Бұл аталған өсімдіктер мен жануарлар түрлерінің байырғы ареалдарын анықтауға, яғни ландшафттағы өзгерістерді бақылауға, мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижесі ландшафт өзгерістерін анықтауда топонимикалық тәсілді пайдаланудың маңыздылығын бағалайды.

Түйін сөздер: фитотопонимдер, зоотопонимдер, ландшафт өзгерісі, тарихи деректер, сирек кездесетін жануарлар, өсімдіктер, Ақтөбе облысы

Кіріспе

Ғылым мен техниканың дамыған кезеңінде жер қорларын қарқынды пайдалану, табиғат ресурстарын толассыз игеру, т.б. мәселелермен байланысты туындаған тікелей және жанама ықпал ететін экологиялық факторлар ландшафттың табиғи жай-күйінің өзгерісіне алып келетіндігі белгілі. Қазақстанның жекелеген аймақтары бойынша байырғы ландшафт тұрпаттарын және өзгерістерін анықтау бағытындағы зерттеулерде басқа әдіс-тәсілдермен қатар, топонимикалық әдісті пайдаланудың да маңызы зор.

Топонимикалық мәліметтер ежелгі ландшафттарды қалпына келтіруге, аумақтың игерілу процестерін және шаруашылықты жүргізу ерекшеліктерін, өткен кезеңдегі қоршаған орта мен халықтың өмір сүру ортасына тән белгілерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұдан топонимика мен дәстүрлі география арасында тығыз байланыстың бар екендігін айта аламыз.

Шетелдік ғалымдардың зерттеулерінде де ландшафттық топонимикалық бағыттағы еңбектер кеңінен таралған. Олардың арасында Сивей К., Мэнцзюнь К., Мин В. [1], Пенко Н.С. [2], Боиллат С., Серрано Е.[3], Фагундес Дж., Изко Дж. [4] арасында топонимикалық мәліметтерді мәдени және табиғи ландшафттардың өзгерістері мен тенденцияларын анықтауда, Кальво-Иглесиас М.С., Диас-Варела Р.А. [5], Конедера М., Вассере С., Нефф С. [6] байырғы ландшафттарды қалпына келтіруде пайдалану бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілген. Соуса А., Гарсиа-Мурильо П. Доньяна табиғи саябағындағы (Испания) ландшафттың өзгерісін анықтауда топонимдерді индикатор ретінде пайдаланып зерттеулер жүргізген [7]. Пенко Н. С. Словения аумағындағы мәдени ландшафттардың өзгерістеріне талдау жасауда жер шаруашылығы өзгерістерін егістік атауларының негізінде дәлелдеп көрсетті [8]. Испандық ғалымдар Фагундес Дж., Изко Дж. Испанияның солтүстік-батыс жағалауы Галисия аумағының ландшафттарының өзгерісін анықтауда өсімдік атаулары негізінде жасалған топонимдерді ақпарат көзі ретінде пайдаланды [9].

Бұл мәселемен айналысқан Ресейлік және Қазақстандық ғалымдар қатарында Сатимбеков Р.С. Қазақстанның кейбір сүтқоректілерінің ареалдарының өзгеруін зерттеуде топонимикалық мәліметтерді пайдалану ерекшеліктерін атап көрсетті [10]. Ханмогамедов Х.Л. ландшафттарды қалпына келтірудегі топонимикалық мәліметтерді зерттеу мәселесін географиялық зерттеулердегі *экологиялық топонимика* деп көрсетті [11].

Любимова Е.Л. және Мурзаев Э.М. 1960 ж. бірінші жартысында Орыс жазығындағы ортағасырларда кеңінен таралған *емен* және *қызылқайың* ағаштарының бұрынғы таралу ареалдарын топонимикалық мәліметтер арқылы анықтап, карта жүзінде дәлелдеген.

Отандық ғалымдардың ішінде Каймулдинова К.Д. зерттеулерінде Қазақстанның аридті аудандарында шоғырланған, қазіргі ландшафтқа сәйкес келмейтін атауларды бірнеше топқа ажыратып, талдау жүргізді: қазіргі өсімдік зонасына тән емес фитонимдер, атауы қазіргі сипатқа келмейтін гидронимдер, қазіргі ландшафтқа тән емес атауларға талдау жүргізді [12]. Сапаров К.Т. зерттеулерінде табиғатты қорғау мен ландшафттарды қалпына келтірудегі фитотопонимдер мен зоотопонимдердің рөлін анықтауда Қазақстанның солтүстік-шығыс, шығыс өңірлері мысалында зерттеулер жүргізіліп, олардың бұрынғы ареалдары жөнінде карта жүзінде дәлелденді [13]. Егінбаева А.Е. Сарыарқа ландшафттарының динамикасын анықтауда топонимикалық мәліметтерді пайдалану бойынша зерттеулер жүргізіп, жан-жақты талдау жасады [14].

Зерттеу нысаны

Бұл зерттеу жергілікті жердегі табиғи ландшафт пен топонимдер арасындағы байланысқа негізделеді. Негізгі мақсат – табиғи ландшафттардың өзгерісі индикаторы ретінде Ақтөбе облысының топонимдер жүйесінің ерекшеліктерін анықтау, яғни, аумақтағы жергілікті ландшафттық топонимдерді және олардың этимологиясын айқындау, аймақтағы ландшафттық-топонимикалық заңдылықтарды түсіндіру мен зерттеу болып табылады.

Бастапқы мәліметтер мен зерттеу әдістері

Зерттеудің бастапқы ақпараттық базасы ретінде аумақтағы кешенді ландшафттық, топонимикалық зерттеулер бойынша тарихи еңбектер, аймақтың географиялық атаулары туралы қарастырылған ғылыми әдебиеттер мен материалдар, Ақтөбе облысы табиғи ресурстар және табиғат пайдалануды реттеу департаменті материалдары, Қазақстан Республикасының мемлекеттік географиялық атаулар каталогы, Ақтөбе облысының 1:500 000 масштабтағы топографиялық картасы, Қазақстан Республикасының тақырыптық карталары пайдаланылды. Зерттеу жұмыстары бойынша ақпараттар этимологиялық талдау, салыстырмалы-сипаттамалық, картографиялық және статистикалық әдістерді пайдаланып жүргізілген ғылыми зерттеу нәтижесінде анықталды.

Зерттеу нәтижелері мен тұжырымдар

Ақтөбе облысы батысында Каспий маңы ойпаты, оңтүстігінде Үстірт үстірті, оңтүстік-шығысында Торғай ойпаты мен солтүстігінде Орал тауының оңтүстік сілемдерінің аралығында орналасқан. Қазақстанның физикалық-географиялық аудандастыруына сәйкес облыстың солтүстік бөлігі Қазақстанның

таулы аймағының қоңыржай белдеудің дала ландшафт зонасының бетегелі-селеулі далалардың оңтүстік зонашығын қамтиды. Оңтүстікке қарай Қазақстанның жазықты аймағының қоңыржай белдеудің далалық ландшафт зонасының бетегелі-селеулі далалардың оңтүстік зонашығын; шөлейттік ландшафт зонасын; шөлдік ландшафт зонасы шөлдерінің солтүстік жусанды-сораңды зонашығын және эфемерлі-жусанды шөлдердің оңтүстік зонашығын қамтиды [15].

Ақтөбе облысы аумағындағы табиғи ландшафттардың біраз өзгеріске ұшырауына себеп болған антропогендік әрекеттерге мыналарды жатқызуға болады: солтүстік аудандардың түгелімен жыртылуы; оңтүстік аудандарда Арал теңізінің құрғауының ықпалымен шөлейттену процесінің үдеуі; кендерді игерудегі ашық карьерлердің ауданының ұлғаюы; мұнай және газ кен орындарын барлау және өндіру; өндіріс орындарының зиянды қалдықтарының үйінділері. Облыс байлықтарын әрі қарай игеру аумақтағы ғылыми, эстетикалық, шаруашылық, рекреациялық құндылығы бар табиғи ландшафттардың жойылуына әкеліп соқтыруы мүмкін. Сондықтан да ландшаттағы өзгерістерді зерттеудің және қалпына келтірудің маңыздығы жоғары.

К.Д. Каймулдинова ландшафттарды топонимдер көмегімен «жаңғыртуды» жеке ландшафт компоненттеріне қатысты деректерден бастау орынды деп атап көрсетті [16]. Ландшафттардың бұрынғы сипаттамалары бойынша ақпарат беретін ең алдымен фитотопонимдер, себебі өсімдік жамылғысы – ландшафттың ең динамикалы (өзгеріске тез ұшырайтын) компоненті ретінде қарастыруымыз қажет. Яғни, фитотопонимдер ландшафттың биологиялық компонентінің индикаторы ретінде пайдаланылады.

Облыс аумағында Қазақстанның Қызыл Кітабына енгізілген жоғалып кету қаупі бар, сирек кездесетін өсімдіктер мен жануарлар түрлерімен байланысты топонимдер бар екендігі анықталды (1,2-кестелер) және олардың таралуы ареалы карта бойынша (1-сурет) көрсетілді.

1-кесте. **Ақтөбе облысы аумағындағы сирек кездесетін және жоғалып кеткен жануарлар түрлері мен олардың топоним жасау белсенділігі**

Жануарлар түрлері	Латынша атауы	Жануарлар туралы жалпы мәлімет	Топоним жасау белсенділігі
Құлан	*Equus hemionus*	XVIII-XIX ғасырларда Қазақстан мен Орта Азия даласында, шөл-шөлейтті аудандарында кең таралған. XX ғасырдың басында республика аумағында ол жойылып кетті. 50 жылдардан бастап елімізде жерсіндіріліп, қазір олардың жалпы саны 2 мыңдай болды (2007) [17, 258]. Құланның саны дүниежүзінде жылдан-жылға азаюына байланысты қорғауға алынып, Халықаралық табиғат қорғау одағының және Қазақстанның «Қызыл кітабына» енгізілген. Облыс аумағында қазір бұл жануар жойылып кеткен.	Құланкөл, Құланши Құланақ
Құндыз	*Castor fiber*	Қазір өзен құндызы Жайық өзені алабының барлық су айдындарында кездеседі. Терісі бағалы аңның түрі. XVIII ғ.дейін өзен құндызының таралу ареалы ауқымды болды, олар Жем, Ырғыз, Нұра, Тобыл, Ертіс, Есіл өзендері алаптарын қамтыды [7, 80].	Құндыз, Құндызды (4рет)
Қабан	*scrofa nigripes*	Қазақстанның барлық жерінде таралған, аңшылық нысандағы жабайы аң. Ақтөбе облысында 2000 бас мөлшерінде. Қазіргі таңда санының азаюына байланысты аңшылықта санына шектеу қойылған.	Қабан, Қабанқұлақ (2рет), Қабантау, Шығыс Қабан, Батыс Доңыз, Боздоңыз, Доңызтау (5рет), Доңыз, Доңыздыкөл (3рет), Шошқа, Шошқакөл (3 рет)
Киік	*Saiga tatarica*	Киіктердің қазіргі Қазақстандағы аймағы негізінен шөлді және шөлейтті аудандарды алып жатыр. Жалпы киіктердің саны 1960 ж. 2 млн.басқа көбейген. Кейінгі уақыттарда азайып кеткен. Ақтөбе облысындағы саны 18-20 мың бас болды және мемлекет тарапынан қорғауға алынып, 2006 жылы «Қызыл кітапқа» енгізілді.	Киікті, Киіккөл (2рет), Сайғақ (5рет)

Ескертпе: қабан халық арасында *жабайы доңыз, шошқа; киік – сайғақ, ақбөкен* деп те аталады

2-кесте. **Ақтөбе облысы аумағындағы жоғалып кеткен және сирек кездесетін өсімдік түрлері мен олардың топоним жасау белсенділігі**

Өсімдіктер түрлері	Латынша атауы	Өсімдіктер туралы жалпы мәлімет	Топоним жасау белсенділігі
Қарағай	*Pinus*	Қазақстанда 2 түрі: кәдімгі және самырсын қарағайы бар. Қарағайды дәрілік, шөлді аумақтарда құм тоқтату және елді мекендерді көгалдандыру мақсатта пайдаланудың маңызы зор. Кезінде бұл өңірлерде Ертістің Семей өңірінен басталып, Қостанай даласымен тізбектелген қарағайлы ормандар Ақтөбе өңіріне дейін жеткен. Адамдардың тікелей әрекетінен олардың ареалы құртылып кетті [13]. Тек географиялық атауларда сақталып қалды.	Қарағай (3рет), Қарағайлы, Солтүстік Қарағайлы, Қарағайбаз, Тегіс Қарағайлы, Қарағайқұдық, Қарағайсай
Шаған	*Fraxinus*	Қазақстанда сирек кездесетін ағаштардың бірі, оңтүстікте ылғалды жерлерде, өзен жағалауларындағы су жайылымдарында өсетін түрлері бар. Ағаш бұйымдарын жасауда, медицина, парфюмерия, тоқыма өнеркәсібі және басқа салаларда пайдаланылады. Қазір Шарын өзені аңғарында реликт орман ретінде сақталған.	Шаған (2рет), Жалғаншаған, Басшаған
Қандыағаш	*Alnus*	Қазақстанның Қызыл кітапқа енгізілген реликті өсімдік. Ақтөбе облысы аумағында Елек, Жақсы Қарғалы, Ор өзендері аңғарлары мен Орқаш қонысында өседі [18, б.45]	Қандыағаш (3рет), Орта Қандыағаш, Саға Қандыағаш, Бас Қандыағаш
Қызылқайың	*Betula kirghisorum*	Қырғыз қайыңы деп те аталады. Қарағайлы ормандарда, тұздылығы жоғары құм төбелер арасында, далалық жерлерде өседі. Сирек кездесетін эндемик өсімдік түріне жатады. Таралу аймағы азайып бара жатқандықтан Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген.	Қызылқайың (3рет)
Арша	*Juniperu*	Тау беткейлерінде, альпі белдеуінде және құмды жерлерде өседі. Арша 300 жылдай өседі, халық арасында ертеден емдік мақсатта пайдаланылған. Облыс аумағында Оңтүстік Жамантау беткейінде, Алабас стансасы маңайында, Аршалы қонысында өседі [18, б.134].	Аршабұлақ, Аршалы
Тораңғы	*Populus section Turanga*	Құмды, шөлді, сортаңды аймақтардағы өзен аңғарларында өседі. Қазақстан аумағында қара тораңғы, ақ тораңғы, Литвинов тораңғысы деп аталатын үш түрі өседі. Ақ тораңғы республика аумағында ертеден өсір келе жатқан реликті түрі. Санының азайып бара жатуына байланысты Қазақстанның Қызыл кітабына (1981 ж.) енгізілген. Бұл ағаш түрі халық арасында киелі саналады.	Тораңғыл (4 рет), Тораңғылқұдық, Тораңғылы

2-кестеде көрсетілген ағаш түрлерінің ереше қасиеттері мен шаруашылықтағы маңызы, түрлі мақсатта пайдаланылуы бойынша маңызы зор. Олардың кейбір түрлері сирек кездесетін және жойылып кету қаупі болғандықтан Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген. Қазақ халқының ормандарға деген ерекше құрметпен қараған. Жалғыз өскен ағаштарды, ерекшеленіп өсіп тұрған ірі ағаштарды қасиетті санап, оларды сақтауға тырысқан. Бұл бір жағынан орман ағаштарының емдік, құм тоқтату, су қорғаушы, жалпы эрозияға қарсы т.б. қасиеттерін бағалау болса, екінші жағынан К.Каймулдинова көрсеткендей, «ормандардың аридті климат жағдайындағы геожүйелердегі орнын сезінудің өзі қазақ халқының ағаш біткенге құрметпен қарауына негіз болды» [16, 68 б.].

Ландшафттық ерекшеліктерді сипаттайтын кейбір тарихи деректер

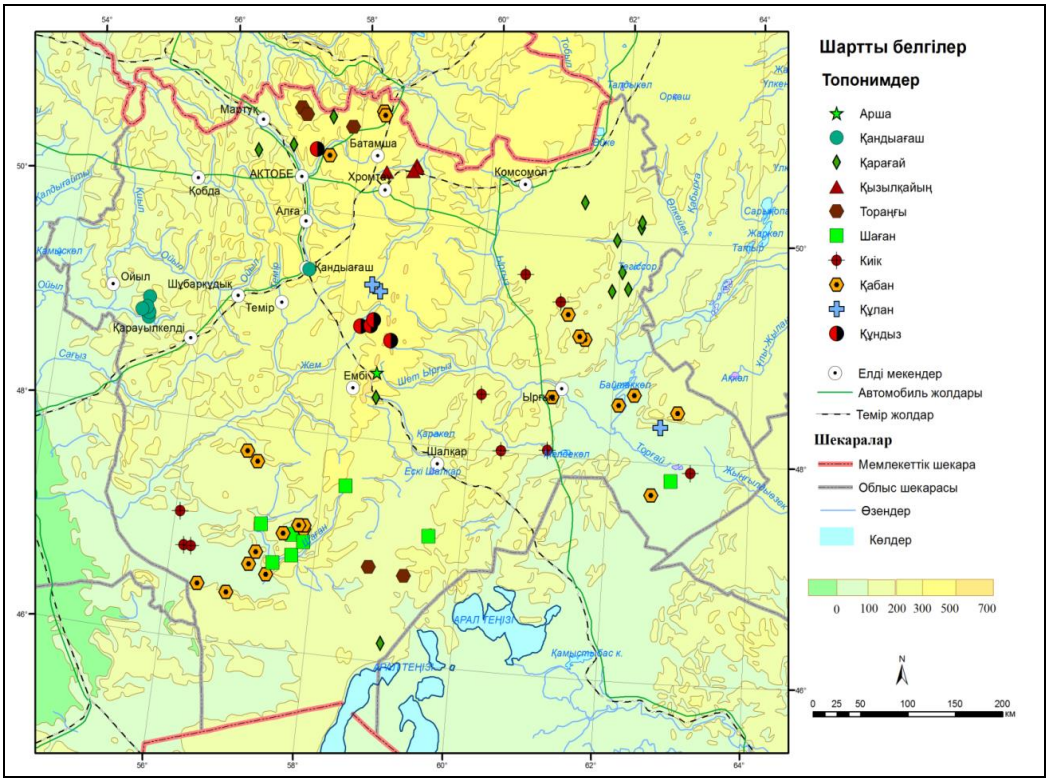
Байырғы ландшафт түрлерін қалпына келтіруде пайдаланылу мүмкіндігі бар топонимикалық зерттеулерді жүргізу ең алдымен тарихи карталар мен саяхатшылардың жазба деректеріне негізделеді. Солардың ішінде аумақтағы фито және зоотопонимдердің қалыптасуына дәлел болатын кейбір зерттеушілердің еңбектеріне тоқтала кетейік.

Қазақстан және Орта Азия бойынша XIXғ. зерттеулер жүргізген көптеген саяхатшылар мен ғалымдар соның ішінде Ақтөбе облысы аумағы арқылы өтіп, аумақтың табиғи жағдайы, географиялық ерекшеліктері

бойынша бірқатар мәліметтер қалдырып отырды. Солардың арасында П.И. Рычков, Э.А. Эверсман, А.И. Левшин, Е.К. Мейендорф т.б. еңбектерінде топонимикалық зерттеулерімізге негіз болатындай қазіргі Ақтөбе облысының аумағының ландшафттық ерекшеліктері, өсімдіктер мен жануарлар дүниесі туралы деректер сақталған.

Ақтөбе облысының аумағы бойынша ландшафттық өзгерістерге топонимикалық мәліметтер бойынша зерттеу жүргізген ғалымдардың бірі – Е.Л. Любимова өз зерттеулерінде де Жем (еңбекте Эмба деп көрсетілген) өзені бойында 1745 және 1792 жж. Солтүстік Каспий мен Жалпы Сырт карталары бойынша 140 «орманды» сипаттайтын топонимдерді анықтаған. Бір кезеңдерде Жем өзені бойында *терек, тал, қара теректерден* тұратын тоғайлардың болғандығын көрсетеді. Қазіргі уақытта өзен бойының ландшафтысының өзгеріске ұшырағанын, тоғайсыз, ормансыз алқапқа айналған. XVIIIғ. ортасы мен XIX ғ. ортасынан дейінгі жүзжылдық аралықта олар біртіндеп жоғалған [19].

Аталған зерттеушілер арасында П.И. Рычковтың «Орынбор губерниясының топографиясы» еңбегінде Ақтөбе облысы аумағы бойынша бірқатар географиялық ақпараттар мен деректер сақталған. Ғалым Жем өзені, Торғай жазығының өзендерінің ерекшеліктеріне тоқтала отырып, жүріп өткен аумақ бойынша өсімдіктер мен жануарлар дүниесіне де бақылау жасады. Жем өзенінің ланшафттық өзгерістерді автордың мына сипаттамасынан байқауымызға болады: «Ембі өзені, оның жоғарғы бөлігі 49 градус ендікте, Ор көтеріліміне жақын Мұғалжар тауынан басталып, Каспий теңізіне құяды. Жоғарғы бөлігінде таяз жерлер бар, тастар арасынан ағып өтеді, бірақ төменге қарай тереңдейді, құм арқылы ағады. Балықтардың көптеген түрлері бар, әсіресе жайын және сазандар ірі болып келеді, ал сағасына ақ балықтар мен бекіре бар. Өзен бойындағы ормандарда тал, қара терек, үйеңкі, көктерек, жиде, мойыл, кей жерлерде қамыстар кездеседі, бірақ жоғарғы жағында аз» [20,160б.]. Қазіргі уақытта Жем өзенінің суы Каспий теңізіне жетпей тартылып қалады, өзен сағасында 100 пайызға дейінгі мөлшері су тасуы кезінде қалыптасады. Сонымен қатар автор Өлкейек өзенінен солтүстікке қарай Арақарағай орманына дейін аюлар мен түлкілер көп мекендеген деп көрсетеді. Қазіргі Өлкейек, Ырғыз және Торғай өзендері алаптарында қарағай ормандары сақталмаған, қарағай фитонимімен жасалған географиялық атаулар кездеседі. Бұл аумақтағы *Қарағай* (сай, төб., өз.), *Қарағайлы, Солтүстік Қарағайлы* (төб.), *Қарағайбаз* (қыст.), *Тегіс Қарағайлы* (өз.) атауларын ландшафттардың бұрынғы жай-күйін сипаттайтын топонимикалық мәліметтер ретінде қарастыруға болады. Бұл аумақтарда байырғы қарағай ормандарының болуы ықтимал деп топшылауға болады. Ескеретін жай, қазіргі уақытта *Арақарағай* орманы Қостанай қаласынан шығысқа қарай 40 шақырымдай қашықтықта сақталған.



1-сурет. Ақтөбе облысы аумағындағы өсімдіктер мен жануарлармен байланысты топонимдердің таралу картасы

Шаруашылық пен аң аулауда кәсіптік маңызы бар кейбір жануарлардың бұрынғы ареалдарын қалпына келтіруде топонимикалық мәліметтердің рөлі ерекше. Жануарлар дүниесімен байланысты географиялық атаулар топтамасында аңшылық-кәсіптік түрлері: *құлан, құндыз, бұғы, марал, киік, қабан қарсақ, түлкі, қоян* және т.б. көп бейнеленген. Бұл жергілікті халықтың өткен өмірінде аңшылықтың маңызды рөл атқарғандығын көрсетеді.

Жергілікті тұрғындар географиялық нысандарға әр түрлі атаулар беру арқылы, жануарлардың жекелеген түрлерінің таралу аудандарын белгілеп отырған. Ол Ор өзені алқабында қабандардың көп екендігін, Қайрақты өзеніне жақын аумақта «киіктердің үлкен табынын» көргендігін атап кеткен [20]. Орал маңы даласында, Жем өзені алаптарында құландардың үлкен табын болып жүргендігі туралы да деректерді де П.И. Рычковтың еңбегінен табуға болады. Қазіргі таңда құландар Орта Азия мен Қазақстан қорықтарында қорғауға алынған. *Құлан* атауымен жасалған топонимдер *Құланкөл (көл), Құланши (қыст.)* Мұғалжар тауы мен оған жапсарлас аймақтарда сақталған.

Автор еңбегінде сонымен қатар *сусар, қаракүзен, кәмшат, құндыз* және т.б. таралғандығы туралы жақсы мәліметтер қалдырған. Қазіргі таңда аталған жануарлардың ішінде *қаракүзен* және *сусар* сирек кездесетін және жойылу қаупі бар түрге жатады. Қаракүзен соңғы рет Қазақстан аумағында 1938 жылы кездескендігі тіркелген. Нақтырақ айтсақ Ақтөбе облысы аумағында Еуропалық қаракүзен (*mustela lutreola linnaeus*) түрі негізінен Елек, Қарғалы, Жаман Қарғалы мекендеген. 1936 жылы Қарғалы өзенінде 10, 1938 жылы Ырғыз өзенінде, Қопа қонысында 1 өндірілген [21].

Құндыз 1978 жылғы Қазақ КСР Қызыл кітабына енгізілген [22]. Кейін қорғау және қалпына келтіру шараларының жүргізілуіне байланысты облыс аумағында саны 2000 дейін көбейген. Қазіргі уақытта Елек, Кіші Қобда, Үлкен Қобда өзендері бойында таралған. IXғ. араб географы Әл-Идрисидің Ырғыз өзенінде құндыздар табынының болғандығын көрсеткен деректер бар. П.П. Сушкин 1908 жылы Жем өзені алабындағы Құндызды өзенінен өзен құндыздарының сүйек қалдықтарын тапқан [7, б.81]. Бұл өзен атауының құндыз жануарына байланысты аталғанын дәлелдеп тұр. Облыс аумағындағы *Құндыз* (төб., Шошқакөл бұйраты аумағы), *Құндызды* (өз., Қарғалы өз саласы; өз., сай, төб., Мұғалжар тауы аумағы) топонимдері бұл жануардың бұрынғы таралу ареалы ауқымды болғандығын көрсетуі мүмкін.

Қорытынды

Облыс аумағындағы жойылып кеткен және сирек кездесетін жануарлар мен өсімдіктер түрлерімен байланысты аталған топонимдерге талдау жасау арқылы мынадай қорытындыға келеміз:

1. Қазақстанның жекелеген аймақтары бойынша байырғы ландшафт тұрпаттарын және өзгерістерін анықтау бағытындағы зерттеулерде басқа әдіс-тәсілдермен қатар, топонимикалық әдісті пайдаланудың маңызы зор.

2. Ландшафттың немесе оның жеке компоненттері флора мен фаунадағы өзгерістерді анықтауда және оларды қалпына келтіруде әр түрлі тарихи деректер мен топонимикалық материалдарды негізге алуға болады.

3. Өсімдіктер мен жануарлар атаулары негізінде жасалған топонимдердің таралуы картасын олардың қазіргі таралу ареалдары мен байырғы ареалдарын салыстыру арқылы қалпына келтіру, қорғау аймақтарын анықтауда пайдалану мүмкіндігі бар.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Siwei Q., Mengjun K., Min W. Toponym mapping: a case for distribution of ethnic groups and landscape features in Guangdong, China // Journal of maps. – 2016. - Vol. 12(S1). – p.546–550.

[2] Penko N. S. Significance of Toponyms, with Emphasis on Field Names, for Studying Cultural Landscape // Acta geographica Slovenica. – 2008. – Vol. 48 (1). – p. 33-56.

[3] Boillat S., Serrano E., Rist S., Berkes F. The Importance of Place Names in the Search for Ecosystem- Like Concepts in Indigenous Societies: An Example from the Bolivian Andes // Environmental Management. – 2013. – Vol.51(3). – p.663-678.

[4] Fagundez J., Izco J. Spatial analysis of heath toponymy in relation to present-day heathland distribution // International Journal of Geographical Information Science. – March 2015. – p.2-10.

[5] Calvo-Iglesias M. S., Díaz-Varela R. A., Méndez- Martínez G. & Fra-Paleo U. Using Place Names for Mapping the Distribution of Vanishing Historical Landscape Features: The Agras Field System in Northwest Spain // Landscape Research. – 2012. - Vol. 37(4). - p.501-517.

[6] Conedera M., Vassere S., Neff C., Meurer M., Krebs P. Using Toponymy to Reconstruct past Land Use: A Case Study of 'Brüsáda' (Burn) in Southern Switzerland // Journal of Historical Geography. – 2007. - Vol. 33(4). – p.729–748.

[7] Sousa A., Garc´ıa-Murillo P. Can place names be used as indicators of landscape changes? Application to the Doñana Natural Park (Spain) // Landscape Ecology. – 2001. - Vol. 16. - p.391-406.

[8] Penko N. S. Engraved in the Landscape: The Study of Spatial and Temporal Characteristics of Field Names in the Changing Landscape // A Journal of Onomastics Names. - March 2018. - p.1–14.

[9] Fagundez J., Izco J. Diversity patterns of plant place names reveal connections with environmental and social factors // Applied Geography. – 2016. - Vol. 74. - p. 23-29.

[10] Сатимбеков Р.С. Топонимические свидетельства изменения ареалов некоторых млекопитающих Казахстана // Известия Академия наук СССР. Серия географическая. – 1982. -№3. -.С.79-84.

[11] Ханмагомедов Х.Л. Географические направления прикладной топонимики // Вестник Удмурдского университета. - 2011. - № 3. – С.125-128.

[12] Kaimuldinova K., Abdimanapov B., Berdygulova G., Jangeldina D. and Abilmazhinova S. Toponymic Evidence of Change in the Water Regime of the Lakes in Kazakhstan // World Applied Sciences Journal. – 2014. - Vol. 30(2). - p.161-166.

[13] Сапаров Қ.Т. Қазақстан топонимдерінің қалыптасуы мен дамуының географиялық негіздері (шығыс, солтүстік-шығыс өңірлері мысалында). Автореф.географ.ғыл.докт. – Алматы, 2010.

[14] Yeginbayeva A., Saparov K., Atasoy E. Toponymic approach to the study of landscape dynamics // Oxidation Communications. – 2015. - Vol.38(4A). - p. 2302-2312.

[15] Қазақстан Республикасының Ұлттық атласы. - Т.1. - Алматы: VIT BRAND, 2010 – 149б.

[16] Каймулдинова К. Қазақ топонимдерінің этноэкологиялық негіздері. - Алматы: Ғылым, 2001. - 92б.

[17] Қазақстан Қызыл кітабы. - 4бас. - Астана: Нур-Принт, 2008 - 315б.

[18] Айпеисова С.А. Конспект флоры Актюбинского флористического округа. - Актобе, 2012. - 175с.

[19] Мурзаев Э.М. Топонимика и ландшафты прошлого // Вопросы географии. - 1979. – Сб. 110. – С.11-18.

[20] Топография Оренбургской губернии. Сочинение П.И. Рычкова 1792 года. - Оренбург: Типография Б.Бреслина, 1887. – 405с.

[21] Ақтөбе облысының жануарлар әлемі. Ақтөбе облысы табиғи ресурстар және табиғат пайдалануды реттеу департаменті. – Ақтөбе: Nobel, 2008. – 128б.

[22] Красная Книга Казахской ССР. - Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 218с.

Абдуллина А.Г., Сапаров К.Т.

Место и ареалы распространения фитонимов и зоонимов в определении динамики ландшафтов Актюбинской области

Резюме: В статье рассмотрены возможности использования данных топонимов для выявления и восстановления ландшафтных изменений в связи с исчезающим редким растительным и животным миром Актюбинской области. На карте представлены распространение названий, связанных с животными и растениями - ясенец, туранга, сосна, можжевельник, красная береза, кабан, кулан, бобр, сайга. Это позволяет выявить коренные ареалы распространения данных видов растений и животных, то есть наблюдать изменения в ландшафте. Результаты исследования оценивают важность использования топонимического подхода в определении динамики ландшафта.

Ключевые слова: фитотопонимы, зоотопонимы, изменение ландшафта, исторические данные, редкие животные, растения, Актюбинская область

УДК 622.1 (574)

A.K. Kurmankozhaev
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

THE METHOD OF QUALIMETRIC PREPARATION OF ORE DEPOSITS FOR CALCULATING THEIR GEOLOGICAL RESERVES

Summary. The method of qualimetric preparation of the geological reserve for calculation by means of the influence zone of the modal value of the useful component, taking into account the differences in the heterogeneities inherent in the interval values of the contents, is described. On this basis, the pattern of reproducing the zonal contours of the estimated reserves of modally concentrated high-quality, low in grade ordinary and large - high-quality homogeneous ores has been proved.

Key words: method, zone of influence, stock, qualimetrization, zoning, modal value, heterogeneity.

А.К. Курманкожаев
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

МЕТОД КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ для ПОДСЧЕТа ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАПАСОВ

Аннотация. Изложен метод квалиметрической подготовки геологического запаса к подсчету посредством зоны влияния модальной величины полезного компонента с учетом различий неоднородностей присущих к интервальным значениям содержаний. На этой основе доказано закономерность воспроизведения зональных контуров подсчитываемых запасов модососредоточенных качественных, малых по содержанию рядовых и больших – высококачественных однородных руд.

Ключевые слова: метод, зона влияния, запас, квалиметризация, зональность, модальная величина, неоднородность.

Проблема раскрытия геопространственных потенциалов скалярного поля содержаний по массиву залежи путем использования различий неоднородности и дисперсионного анализа распределения концентрации полезного компонента изучена ряд исследователями. Однако задачи определения зональности распространения содержаний в зависимости от размеров зоны влияния ключевых характеристик полезного компонента при решении задач подсчета запасов почти не изучены.

Метод квалиметрической подготовки рудных залежей к подсчету их геологических запасов основан на принцип использования системеобразующих геоиндикаторов в целевых процессах «запас – технология». Метод отличается тем, что зона влияния модальной величины определяются впервые путем использования свойственных к ней высокоинформативности и устойчивости распределения концентрации и незначительности изменчивости полезного компонента, на основе которые устанавливаются статистические граничные величины и размеры геометризованной модальной геоиндикаторной площади, расчленяющих поля запаса по зональному характеру изменений содержаний на зоны качественно однородных запасов руд. На основе разработанных формул устанавливаются граничные величины статистического разделения совокупности содержаний дифференцированных в зависимости от различий степени неоднородности сгруппированных интервальных их значений. Геометрические выражения статистических граничных величин осуществляется через изоморфные линии, трассируемых по их абсолютным значениям по площади запаса залежи. В силу вышеприведенных свойств модальной величины, и пространственной трансформируемости показателей поля запаса по зональному характеру изменений концентрации содержаний, изоморфные линии геометрически расчленяют поля запаса на однородные модососредоточенные качественные, малые по содержанию рядовые и большие – высококачественные зональные запасы. Обоснованность использования генетичного радиуса зоны влияния модальной величины на зональность запасов достигнута в связи с применением фундаментального геологогенетического признака расчленения геологического запаса по зональному характеру и свойствам закономерных изменений концентрации полезных компонентов в поле содержаний залежи. Граничные статистические величины содержаний и геометризированная по ним базовая площадь зоны влияния модальной величины устанавливаются дифференцированно через модульный геоиндикатор неоднородности оцениваемый по дисперсиям интервальных значений содержаний.

Модульные геоиндикатор неоднородности представляет собой отношение дисперсий содержаний, приходящихся на малые $(\sigma^2_{\text{м.з.}})$ и большие $(\sigma^2_{\text{б.з.}})$ их значения к дисперсии по модальному интервалу (σ^2_{m0})

$$\begin{cases} \Gamma_{\text{м.з.}} = \dfrac{\sigma^2_{\text{м.з.}}}{\sigma^2_{m0}} \\ \Gamma_{\text{б.з.}} = \dfrac{\sigma^2_{\text{б.з.}}}{\sigma^2_{m0}} \end{cases} \quad (1)$$

где σ^2_{m0} - дисперсия содержаний в пределах модального интервала; $\sigma^2_{м.з.}$, $\sigma^2_{б.з.}$ - значения дисперсии содержаний соответственно в пределах малых и больших их интервальных значений.

Сущность модульного геоиндикатора неоднородности заключается в количественной оценке пространственно-статистического влияния модальной величины на изменение содержаний, сосредоточенных на соседних интервалах здесь учтено, что $\Gamma_{m0} = \sigma^2_{m0}/\sigma^2_{m0} = 1$. Малые значения модульного геоиндикатора соответствуют случаям когда влияние модально величины незначительно и колеблются в пределах от нуля до единицы. Максимальное значение его соответствует к случаям, когда$\sigma^2_{м.з.}$=σ^2_{m0} и $\sigma^2_{б.з.} = \sigma^2_{m0}$, что является теоретическим пределом.

Установление многосвязной зависимости между статистическим размером зоны влияния модальной величины и геометрическим ее выражением, базируются на свойства модальной величине, проявляться в качестве естественного признака деления совокупности содержаний параллельно в пространствах стратиграфических гистограммных и площадных размеренных полей. Пространственная коррелируемость геометрических размерных и статистических качественных характеристик модальной величины, обусловлена структурной системностью формирования параметров гистограммы распределения и поля содержаний по единому контуру залежи. В данном случае, точка отражающей модального значения содержаний в гистограмме распределения переотображается в изоморфную линию, проходящей через это модальное значение в геометрическом поле запаса. Соответственно, группа содержаний по гистограмме с i – ой дисперсией может быть переобразована в площадь отвечающей к значению этой i – ой дисперсии.

Статистический размер зоны влияния модальной величины полезного компонента представляет собой амплитудный размах ее изменения в зависимости от значений модульного геоиндикатора неоднородности (Γ_i) и интервала ряда распределения содержаний (h). Фактическое значение это величины определяются по формуле

$$\begin{cases} d_{m0} = \frac{\sigma^2_{m0}}{\sigma^2_{m0}} h + \frac{\sigma^2_{м.з.}}{\sigma^2_{m0}} h + \frac{\sigma^2_{б.з.}}{\sigma^2_{m0}} h, \\ d_{m0} = h + \Gamma_{м.з.} * h + \Gamma_{б.з.} * h \end{cases} \quad (2)$$

При минимальных значениях модулей $\Gamma_{м.з.} \to min, \Gamma_{б.з.} \to min$, статистический размер зоны влияния равен эталонному значению интервала ($d_{m0} = \Gamma_{m0} = h$) и при значениях $\Gamma_{м.з.} = 1, \Gamma_{б.з.} = 1$, становится максимальным ($d_{m0} = 3h$). Статистический размер зоны влияния определятся отдельно по группам модальных, малых и больших содержаний, и почти всегда бывают различными ($d_{m0} \neq d_{м.з.} \neq d_{б.з.}$)в зависимости от степени их неоднородности ($\Gamma_{м.з.} \neq \Gamma_{б.з.}$).

Модельное представление зоны влияния модальной величины полезного компонента включает конструктивные функции модифицированных с учетом (1) и (2) как многосвязные базовые уравнения зависимости граничных предслов статистического разделения геологического запаса ($C_{м.з}, C_{б.з}$) от значений модульных геоиндикаторов неоднородности ($\Gamma_{м.з}, \Gamma_{б.з}$) и интервала ряда распределения (h) в виде

$$\begin{cases} C_{М.З} = C_{m0} - \frac{h}{2} - \frac{\sigma^2_{М.З}}{\sigma^2_{m0}} h, & (3) \\ C_{б.З} = C_{m0} + \frac{h}{2} + \frac{\sigma^2_{б.З}}{\sigma^2_{m0}} h & (4) \end{cases}$$

Граничные величины перехода разнородностей в пределах зон влияния модальной величины содержаний (C_{m0}) на малые ($C_{М.З}$) и большие ($C_{б.З}$) их значения согласно формул (3) и (4) как видно определяются дифференцированно в зависимости от модульных геоиндикаторов неоднородностей и величины интервала. Общее значение статистического размера зоны влияния модальной величины в поле содержаний запаса ($C_{З.б} = C_{б.З} - C_{М.З}$) колеблется в среднем от 22 до 47%. В комплексе граничные статистические размеры обеспечивает статистическое деление совокупности, а изоморфные линии – геометрическое разделение площадей разнокачественных групп содержаний.

Теоретическая сущность появления зональной закономерности генетично и исходит их ранее неизученных свойств зоны влияния модальной величины полезного компонента, которая по сущности в отличии от среднего значения и других качествообразующих показателей запасов свойственны только этой величине. К зоне влияния модальной величины свойственна естественная геолого – генетическая природа, существование которой связано с генезисом полезных ископаемых и «даровано» самой сущностью появления различных частот геологических содержаний. В силу свойств модальной величины и в строгом соответствии функциями геологогенетического признака деления поля запаса по зональному характеру и свойствам закономерных изменений концентрации компонентов, проявляются трансформированные зональные изменения абсолютных значений содержаний, тем самым и концентрации, кондиционности и изменчивости их в пространстве запаса залежи. При этом по мере расчленения запаса происходит естественная трансформация базовых значений площади, количество проб и кондиционности содержаний в поле запасов залежи, которые приводит к проявлению обновленных значений средних, дисперсии и размаха распределения содержаний с определенной закономерностью.

Научно значимым является установленное закономерное факторное положение, что «Зональная площадь влияния модальной величины полезного компонента разделяет массив геологического запаса на зональные части, в которых повышение однородности и точности, уменьшение колебаний величин изменчивости и неопределенности геологического содержания на уровне природных минимумов имеет закономерный характер, что приводит к устранению разницы между планируемым и фактическим значениями потребительского качества руды». Новизна отличается тем, что зона влияния модальной величины определяется посредством модульного геоиндикатора неоднородности концентрации содержаний, качественно оцениваемое как отношение между дисперсиями содержаний в зависимости которые устанавливаются дифференцированные граничные величины, геометрически отображаемые через изоморфные линии, расчленяющих площадного поля запаса. В результате проявляются пространственно трансформированных по характеру и свойствам закономерных изменений содержаний, упорядоченно дифференцированные зональные контуры однородных запасов по залежи.

Зональные запасы выделяются по геологическим блокам исходя из эксплуатационных потенциалов по степени кондиционности качества, характеру определения содержания полезного компонента и геолого – эксплуатационной подготовленности зональных запасов. При этом эксплуатационное «содержание» каждого блока различны и представлено в следующим порядке:

1) Геологический блок зонально сосредоточенных запасов качественных руд, количества и качества которые оконтурены и подсчитаны, направленно ориентирован для валовой выемки как зона выходов товарного качества руд без обогащения и без их потерь.

2) Геологический блок зонально сосредоточенных запасов рядовых руд, количества и качества которые оконтурены и подсчитаны, направленно ориентирован для комбинированно – селективной выемки как зона выходов исходной добычи для обогащения, основных потерь и разубоживания и техногенных отходов руд при добыче.

3) Геологический блок зонально сгруппированных модососредоточенных руд с высокоинформативными и наименьшей изменчивостью содержаниями полезного компонента, количества и качества которые оконтурены и подсчитаны, направленно ориентирован для создания резервных участков готовых к рисковым спросам рынка как зона без потерь и готовых по качеству руд.

Технология подсчета запаса руд отличается от действующих по ГКЗ инструктивных документов только тем, что подсчет ведется дифференцированно по контурам зональных запасов рядовых, качественных и высококачественных руд, оконтуренным по упорядоченным геологическим блокам. Расчет значений площадей, средних содержаний, мощностей и других размерных параметров зональных запасов производится по установленным аналитическим оценкам и формул согласно действующей инструкции (и информативно – правовых актов) ГКЗ. Размерные параметры общей площади рудного тела (S_0) и площади выделенных зональных геологических запасов по блокам ($S_{m0}, S_1, \dots S_k$) оцениваются по аналитическим формулам и определяются по результатом геолого – маркшейдерских измерений (планиметром, палеткой и т.д.). Они используются как исходные величины подсчета параметров запасов залежи.

Сущность подсчета запасов руд заключается в раздельном определении качества и количества их по зонально расчлененным геологическим блокам путем выбора рационального способа подсчета подходящего к условиям залегания и структуры рудных тел, пространственному распространению содержаний полезных компонентов. Для выбора рационального способа привлекаются основные

традиционные (из 20-ти известных), такие как способы среднего арифметического и средневзвешенного, геологических блоков, геологических разрезов, эксплуатационных блоков, многоугольников, изолиний, объемной палетки, изогипс и геостатистической оценки.

В основе большинства способов подсчета запасов лежат формулы средних

$$Q = \gamma LS; \qquad P = c\gamma LS, \tag{5}$$

где Q – весовое количество полезного ископаемого, например руды; P - весовое количество полезного компонента, например металла; γ, L и c - соответственно средний объемный вес, средняя мощность тела полезного ископаемого и среднее весовое относительное содержание полезного компонента в пределах подсчетного контура площадью S.

Фактические площади зональных запасов модососредаточенных качественных, высококачественных и рядовых руд определяются путем измерения (планиметром и т.д.) их контуров построенных на квалиметрической карте.

Для прогнозно – контрольной оценки их площадей рекомендуются использовать расчетные формулы определения размера зоны влияния модальной величины $(S_{m0}^{з.в})$ выведенных исходя из принципа пропорциональности в виде

$$\begin{cases} S_{m0.1}^{з.в} = h\left(1 + \frac{\sigma_{м.з}^2}{\sigma_{m0}^2} + \frac{\sigma_{б.з}^2}{\sigma_{m0}^2}\right)\frac{S_0}{d_0}, \\ S_{m0.2}^{з.в} = \left(n_{m0} + n_{ряд}\frac{\sigma_{м.з}^2}{\sigma_{m0}^2} + n_{в.к}\frac{\sigma_{б.з}^2}{\sigma_{m0}^2}\right)\frac{S_0}{N} \end{cases} \tag{6}$$

Эмпирические соотношения основных статистических (гистограммных) и геометрических (размерных) параметров $(S_0/d_0,\ S_0/N)$ отражают пространственную корреляцию и в силу количественной пропорциональности применимы для укрупненного расчленения геологического запаса.

Здесь равенство $S_{m0.1}^{з.в}$=$S_{m0.2}^{з.в}$ следует оценивать относительно измеренной (планиметром) величины истинной площади зоны влияния модальной величины по квалиметрической карте $(S_{m0}^{изм})$.

Натурно – экспериментальные результаты зонального расчленения запаса залежи Лисаковского железорудного месторождения.

Главный химический компонент – железо (Fe), плотность детальной разведки - 40÷60 м, бортовое содержание по железу – 30%, главная залежь месторождения: мощность – 50 м, площадь – 1400 000 м^2, среднее содержание железа – 42,27%, абсолютная изменчивость содержаний – 12,3, относительная изменчивость содержаний железа – 29,1%, общий статистический размах $(d_0 = x_{max} - C_{min} = 45{,}35 - 22{,}05) = 23{,}3\%$, общее число проб по разведочным скважинам – 180. Среднеквадратическое отклонение (стандарт) по залежи $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^k (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} = 3.6$; Классовый интервал вариационного ряда (гистограммы) распределения содержаний Fe$h = \frac{C_{max} - C_{min}}{1 + 3.2 \lg N} = 2{,}58$.

По данным фактических значений содержаний Fe составлена статистическая совокупность (N=180 ед.) и сводная статистическая таблица классовых разбиений и дисперсий содержаний Fe.

Статистические значения параметров зоны влияния модальной величины подсчитаны по фактическим данным, приведенных в табл. 1 по формулам (1) и (2):

$$\begin{cases} d_{m0} = h(d_л + d_п) = 2{,}83\% \\ d_{м.з.} = h\left(\frac{\sigma_{м.з.}^2}{\sigma_{m0}^2}\right) = 1{,}75\%;\ \Gamma_{м.з.} = \frac{\sigma_{м.з.}^2}{\sigma_{m0}^2} = 0{,}68; \\ d_{б.з.} = h\left(\frac{\sigma_{б.з.}^2}{\sigma_{m0}^2}\right) = 1{,}08\%;\ \Gamma_{б.з.} = \frac{\sigma_{б.з.}^2}{\sigma_{m0}^2} = 0{,}42. \end{cases}$$

где $\sigma_{m0}^2 = 0{,}31$, $\sigma_{м.з}^2 = 0{,}21$, $\sigma_{б.з}^2 = 0{,}13$, h=2,58

По полученным значениям статистических параметров зоны влияния модальной величины (d_{m0}) на малые $(d_{м.з.})$ и большие $(d_{б.з.})$ их значения по формулам (3) и (4) подсчитаны граничные величины статистического разделения поля содержаний запаса ($C_{м.з.}$), ($C_{б.з.}$)

$$\begin{cases} C_{м.з.} = C_{м.з.} - \frac{h}{2} - \Gamma_{м.з.} \cdot h - 41{,}47 - \frac{2{,}58}{2} - 0{,}68 \cdot 2{,}58 = 38{,}43\,\%, \\ C_{б.з.} = C_{м0} + \frac{h}{2} + \Gamma_{м.з.} \cdot h = 41{,}47 + \frac{2{,}58}{2} + 0{,}42 \cdot 2{,}58 = 43{,}84\,\%. \end{cases}$$

Переход от полученных значений граничных величин статистического разделения содержаний к размерным площадным параметрам проведен посредством геометрического признака выражаемой в форме изоморфных линий. Трассирование изоморфных кривых в поле запаса залежи осуществлено путем проведения изоморфных кривых по полученным значениям собственно модальной величины ($C_{м0}$) и граничных величин в пределах малых ($C_{м.з.}$) и больших ($C_{б.з.}$) значений содержаний полезного компонента. В результате площадь запаса разделена на три контура зональных запасов рядовых нижекачественных, модососредоточенных качественных и богатых высококачественных руд, однородных по концентрации и изменчивости содержаний железа.

Оценка точности определения среднего содержания компонента при подсчете зональных запасов залежи.

В теории ошибок и практике оценки точности среднеквадратическая ошибка определения содержаний в рудной залежи оцениваются по формулам

$$\begin{cases} M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \text{при } r \leq 0.5 \\ M = \frac{\sigma}{2n}, \text{при } r > 0.5 \end{cases} \quad (7)$$

Как видно, среднеквадратическая ошибка определения содержаний функционально зависит от дисперсии и в основном предопределяется ее значением.

Среднеквадратическая ошибка определения среднего содержания месторождения исходит из закономерной $\sigma_{зк}^2$ и случайной $\sigma_{сл}^2$ составляющих изменчивости.

$$\sigma^2 = \sigma_{зк}^2 + \sigma_{сл}^2 \quad (8)$$

При способе зонального подсчёта запаса пространственное распространение содержаний в геологических блоках, как вытекает из сущности этого способа, приобретает однородный равномерный характер, при котором в общей дисперсии природной изменчивости, доля ее случайной составляющей уменьшаются до своего природного минимума ($\sigma_{сл}^2 \rightarrow$min), и значение общей дисперсии становится максимально близкий к закономерной составляющей ($\sigma_0 \approx \sigma_{зк}$). Исследованиями установлено, что между случайной и закономерной составляющими существует зависимость [2], [3].

$$\begin{cases} \sigma_{сл}^2 = \frac{\sigma^2}{4}, \\ \sigma_{зк}^2 = \frac{3}{4}\sigma^2 \end{cases} \quad (9)$$

Следовательно, широко применяемая на практике формула определения среднеквадратической ошибки определения среднего содержания в рудной залежи (7) с учетом (9) будет равной

$$m_{з.б} = \frac{\sigma_{з.к}}{\sqrt{n}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{3}{4}}, \quad (10)$$

Величина ошибки (m) означает, что определенное по данному количеству наблюдений (n) среднее значение содержания (М) не будет отличаться от истинного на величину, большую m, т.е. оно будет находиться в пределах $M \pm m$.

Фактические значения точности определения среднего содержания компонента подсчитаны по фактическим данным Лисаковского месторождения ($\sigma = 3{,}6, n = 180$) с привлечением формул (7) и (10) .

$$M_{Т.} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3{,}6}{\sqrt{180}} = 0{,}26$$

$$M_{з.б.} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{3{,}6}{\sqrt{180}}\sqrt{\frac{3}{4}} = 0{,}22$$

Следовательно, расчетная величина ошибки определения среднего содержания по данным зонального ($M_{з.б.}$) блока за счет сокращения случайной изменчивости содержаний в среднем уменьшаются на 15% по сравнению с традиционным определением среднего содержания полезного компонента ($M_Т$).

Оценка общей точности подсчета зональных запасов залежи.

Способ среднего арифметического определяется функцией вида:

$$U = S\bar{m}\bar{c}, \tag{11}$$

где S – общая площадь месторождения или блока; $\bar{m}$ – средняя мощность; $\bar{c}$ - среднее содержание;

Дифференцируя функции $U = S \cdot \bar{m} \cdot \bar{c}$ по переменным вытекающих из составляющих средних значений $\bar{m}, \bar{c}$ в работе их, формула оценки точности подсчета запасов по среднеарифметическому способу получена в рабочем виде (%):

$$M_u = 100\sqrt{\frac{1}{n}\left[V_m^2 + V_c^2 + \frac{2}{\bar{m}\bar{c}}\sum(m_i - \bar{m})(c_i - \bar{c})\right] + V_S^2}. \tag{12}$$

Здесь V_m, V_c, V_s – относительные колебания мощности (m), содержания (c), площади (S) рудного тела, %. Выражение $\frac{2}{\bar{m}\bar{c}}\sum(m_i - \bar{m})(c_i - \bar{c})$ – отражает степени слияния закономерной составляющей изменчивости мощности и содержания, т.е. при наличии ковариации между ними. Выражение $V_m^2 + V_c^2 + V_S^2$ - отражает степени влияния случайной составляющей изменчивости мощности переменных m,c,s. Выражение $V_s = \frac{\sigma_s}{S'}$ (S' – площадь в пределах нулевого контура рудного тела) – относительная мера отражающая степень ошибки приконтурной площади, дол.ед.

Точность подсчета запаса без учета доли закономерностей, составляющей согласно (12) ,может быть определена выражением

$$m_{сл} = \frac{100}{\sqrt{n}}\sqrt{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n}, \tag{13}$$

Отсюда величина повышения точности подсчета зональных запасов по геологическим блокам (Δm), по сравнению с традиционным подсчетом геологического запаса с учетом (12) и (13), будет равна:

$$(\Delta m) = \frac{M_u - m_{сл}}{M_u} \cdot 100 = \left(1 - \sqrt{\frac{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n}{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n + \frac{2}{\bar{m}\bar{c}}\sum(m_i - \bar{m})(c_i - \bar{c})}}\right) \cdot 100\% \tag{14}$$

Экспериментальная проверка степени повышения точности подсчета по этой формуле (14) проведена с привлечением фактических данных месторождения. Для этой цели использованы фактические данные участка медной залежи Джезказганского месторождения [4]. На примере фактических значений $V_m^2 = 0{,}67, V_c^2 = 0{,}37,\ V_s^2 = 0{,}25, \bar{m} = 9{,}2, \bar{c} = 0{,}96, \sum(m_i - \bar{m}) = 3{,}2, \sum(c_i - \bar{c}) = 3.2$ получены:

Общая погрешность подсчета запаса

$$M_u = 100\sqrt{\frac{1}{6}[0{,}67 + 0{,}37 + 0{,}72] + 0{,}25^2} = 60\%.$$

Без учета закономерной составляющей погрешность подсчета равна:

$$M_u = \frac{100}{\sqrt{6}}\sqrt{0{,}82^2 + 0{,}61^2} = 43\%.$$

С учетом закономерной составляющей имеем:

$$M_u = \frac{100}{\sqrt{6}}\sqrt{0{,}82^2 + 0{,}61^2 + \frac{2x3{,}2}{9{,}2x0{,}96}} = 55\%.$$

Следовательно, в условиях этого примера при сокращении случайной составляющей $(m_c \to \min)$ ошибка определения подсчета зонального запаса уменьшается до

$$\Delta m = \left(1 - \sqrt{\frac{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n}{V_m^2 + V_c^2 + V_s^2 \cdot n + \frac{2}{mc}\sum(m_i - \bar{m})(c_i - \bar{c})}}\right) \cdot 100 = 29\%$$ (т.е. в 1.45 раза).

Результаты проведенной экспериментальной оценки точности подсчета геологического запаса по расчлененным контурам ее зональных частей подтверждают, что величина уменьшения общей ошибки подсчета запаса, колеблется в пределах от 15 до 29% ,т.е. в пределах от 1,2 до 1,5 раза.

Выводы

Экспериментально подтверждено, что абсолютные значения среднеквадратических ошибок определения среднего содержания и площади запаса руды и в целом подсчета зональных запасов по геологическим блокам уменьшается за счет уменьшаемости в их контурах изменчивости и геометрической неопределенности, а также повышения концентрации полезного компонента, приводящей к сокращению случайных составляющих общей ошибки.

1) Фактическое уменьшение ошибки определения среднего содержания по сравнению с традиционным подсчетом запасов в основном происходит пропорционально величине сокращения случайных колебаний содержаний в контурах зональных запасов высококачественных, качественных и рядовых руд, и в среднем колеблется в пределах 1,3÷1,5 раза;

2) Фактическое повышение общей точности подсчета зональных запасов ,происходящих за счет сокращения случайной составляющей изменчивости и повышения информативности и геометрической определенности показателей зональных запасов по геологическим блокам, которые более существенны в условиях крупных сложно – структурных месторождений и колеблется в пределах от 25 до 29%.

Оценка параметрической стабильности однородности качества и потерь железных руд.

Сводные результаты расчета частот, концентрации и показателей изменчивости распространения железа в зональных запасах геологических блоков приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. **Экспериментальные результаты определения значений концентрации и показателей дисперсии, стандарта, коэффициента вариации по зональным запасам геологических блоков.**

№	Геологические блоки	Статистические модальные признаки деления, %	Концентрация распространения железа, ед/м^2	Показатели абсолютной и относительной изменчивости распространения железа		
				дисперсия, σ^2, ед	стандарт, σ, ед.	коэфф. вариации, V, %
1	Блок зонального запаса рядовых руд с пониженным качеством	$C_i < 38{,}6$	4,0	43,0	6,67	22,5
2	Блок зонального запаса модососредоточенных качественных руд	$38.6 < C_{m0} < 44.2$	10,0	20,03	4,47	10,3
3	Блок зонального запаса богатых высококачественных руд	$C_i > 44.2$	25,0	0,66	0,81	2,0
4	По геологическому запасу	$C_{ср} = 42{,}27$	3,0	153,85	10,76	25,2

Таблица 2. **Фактические диапазоны уменьшения дисперсии, стандарта, коэффициента вариации распространения железа по зональным поблочным запасам руд.**

№	Геологические блоки зональных запасов руд	Статистические признаки деления геол. запаса, %	Концентрация распространения железа повышена в порядке 1,3÷8,2 раза	Показатели изменчивости железа уменьшены:		
				Дисперсия уменьшена в порядке более 2,6 раза	стандарт, уменьшен в порядке 1,2÷13,2 раза	Коэффиц. вариации, уменьшен в порядке 1,1÷12,6 раза
1	Блок зонального запаса рядовых руд с пониженным качеством	$C_p < 38{,}6$	1.3	2.6	1.2	1.1
2	Блок зонального запаса модососредоточенных качественных руд	$38.6 < C_{m0} < 44.2$	3.3	5.6	2.4	2.3
3	Блок зонального запаса богатых высококачественных руд	$C_k > 44.2$	8.2	>100	13.2	12.6
4	По геологическому запасу	$25.5 - 45.4$	K_0=3	$\sigma_0^2 = 113.1$	$\sigma_0 = 10.7$	$V_0 = 25.1$

Результаты расчета трансформации базовых значений концентрации и показателей изменчивости (таблица 2) с достаточной полнотой подтверждают о повышении концентрации железа и уменьшении показателя изменчивости распространения железа по зональным запасам главной залежи.

Выводы

Параметрическая стабильность однородности качества зональных запасов по залежи железных руд Лисаковского месторождения подтверждена следующими экспериментальными результатами.

1) Базовые природные значения концентрации распространения железа по геологическому запасу дифференцируются в возрастающем порядке на уровне повышения в пределах от 1,3 до 8,2 раза по трем геологическим блокам: по зональному запасу рядовых по качеству руд - 1,3 раза, модососредаточенных качественных руд – 3,3 раза, богатых высококачественных руд – 8,2 раза.

2) Базовые природные значения показателей изменчивости распространения железа по геологическому запасу дифференцируются в убывающим порядке с закономерной устойчивостью на уровне уменьшения в пределах от 1,2 ÷13,2 раза по трем геологическим блокам.

Заключение

В результате зонального подсчета геологических запасов повышается точность определения среднего содержания и подсчитываемых объемов запасов, будет устранена разница между планируемыми и фактическими значениями потребительского качества, и потерь при обогащении, создана параметрическая стабильность и дифференцированность однородности зон качествообразования и теряемых рудных масс. Сокращаются затраты на эксплоразведки, формирование и усреднения качественных показателей, время и трудоемкости выбора направлений развития и способов эксплуатации месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бондарик Г.К. Основы теории изменчивости инженерно – геологических данных. М., Недра, 1996., 205 с.

[2] Пащенков В.З. Закономерность распространения полезных компонентов в рудных залежах. М., Наука, 1986 г.

[3] Вилесов Г.М. Геометризация золоторудных месторождений, М., Наука, 1980 г.

[4] Францкий И.В. и др. Математическая статистика и геометризация месторождений, Иркутск. 1976., 210 с.

Құрманқожаев Ә.Қ.

Рудалық кен қазбалардың қорын зоналдау арқылы санау

Түйіндеме. Пайдалы компоненттің модальдық шамасы әсер ететін зонасының генетикалық радиусын кен сапаларының интервалдық көрсеткіштерінің біртексіздігі арқылы анықтаудың әдістемесі тұжырымдалынды. Осы тұрғыда модатопталынған сапалы, орташа, азсапалы және биік жоғарысапалы рудалардың зональдық аймақтары саналатын кен қорларының жекеленуінің заңдылығы бойынша негізделінеді.

Түйін сөздер: әдістеме, аймақ әсері, қор, зона, модальдық шама, біртексіздік.

УДК 630.114:614.31

I.M. Zhussupova
(Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: indira.zhussupova@mail.ru)

INFLUENCE OF SOIL PROPERTIES ON THE QUALITY OF LIVESTOCK PRODUCTS IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL ZONES

Abstract. to study the influence of chemical factors on soil pollution and the impact of soil on human health; to monitor the chemical composition of soils in the city of Kyzylorda.

Key words: soil, human health, natural resources.

И.М. Жусупова
(Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: indira.zhussupova@mail.ru)

ӨНЕРКӘСІПТІК АУМАҚТАРДА МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНІМДЕРІНІҢ САПАСЫНА ТОПЫРАҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Түйіндеме: топырақтың ластануына химиялық факторлардың әсерін және топырақ жағдайының адам денсаулығына әсерін зерттеу; Қызылорда қаласының топырақтың химиялық құрамына мониторинг жүргізу.

Кілттік сөздер: топырақ, адам денсаулығы, табиғи ресурстар.

Кіріспе

Бір ғасыр бұрын ғалымдар топырақты дербес табиғи - тарихи дене ретінде, тұқымдардың, климаттың, өсімдік және жануарлар организмдерінің, жасы мен жер бедерінің "жиынтық қызметінің өнімі" ретінде анықтаған. Топырақ-құнарлылығы бар жердің беткі қабаты. Топырақ-адамға маңызы бар байлықтардың бірі. Сондықтан адам үшін топырақты зерттеу маңызды болып келеді. Ол біздің тағамдық әл-ауқатымыздың көзі. Сонымен қатар, біз топырақтың тұрақты жоғалуын, жел және су эрозиясы, сондай-ақ топырақтың адаммен ластануы салдарынан құнарлы жерлер ауданының азаюын байқап келеміз.

Қазіргі уақытта біз алып отырған облыстың топырақтық қималарын зерттеу бойынша зерттеу жұмыстары табылмаған. Құнарлылығын төмендету, топырақтың тозуы, топырақтың ластану процестерінің күшеюі, яғни су қоймаларының мал шаруашылығының тұрмыстық қалдықтарымен, сонымен қатар түрлі улы химикаттармен, ауыр металдармен, мұнай өнімдерімен де байқалады. Сондықтан да жерді, басқа да табиғи ресурстарды зерттеу мен ұтымды пайдалану проблемасы қазіргі заманның маңызды проблемаларының бірі болып табылады.

Топырақ тау жыныстарының өсімдіктер мен жануарлардың түрленуі нәтижесінде, яғни топырақ түзілу процесі нәтижесінде қалыптасқан ерекше табиғи түзілу.

Топырақ ерекше қасиетке ие - құнарлылық, ол барлық елдердің ауыл шаруашылығының негізі болып табылады, дәл осы топырақ жер планетаның халқы үшін азық-түлік көзі болып табылады (95-97% азық-түлік ресурстары). Бұл адамды азық-түлікпен, жануарларды азықпен, ал өнеркәсіпті шикізатпен қамтамасыз ететін орасан зор табиғи байлық.

Топырақты дұрыс пайдалану кезінде өз қасиеттерін жоғалтпай, оларды жақсартады, құнарлы болады.

Топырақ қатты, сұйық, газ тәрізді және тірі бөліктерден тұрады. Қатты бөлігі-минералды және органикалық бөлшектер. Олар топырақ массасының 80-98% - ын құрайды және топырақ түзуші процесс нәтижесінде аналық жыныстан қалған құмнан, саздан, немесе жапырақты бөлшектерден тұрады. Бұл бөлшектердің ара қатынасы топырақтың механикалық құрамын сипаттайды.

Топырақтың сұйық бөлігі немесе топырақ ерітіндісі, онда ерітілген органикалық және минералды қоспалары бар су. Топырақтағы су үлесі 40-60% - ға дейін. Сұйық бөлігі өсімдіктерді сумен және қоректендірудің ерітілген элементтерімен жабдықтауға қатысады.

Газ тәрізді бөлігі, топырақ ауасы сумен қамтылмаған тесіктерді толтырады. Топырақ ауасында көмірқышқыл газы көп және атмосфералық ауаға қарағанда оттегі аз, сондай-ақ метан, ұшпа органикалық қосылыстар және т. б. бар.

Топырақтың тірі бөлігі топырақтық микроорганизмдерден (бактериялар, саңырауқұлақтар, балдырлар, актиномицеттер және т.б.), омыртқасыздардың (қарапайым, құрттар, моллюскалар, жәндіктер және олардың дернәсілдері) өкілдерінен тұрады. Олар негізінен топырақтың жоғарғы қабаттарында, өсімдіктердің тамырында өмір сүреді.

Топырақтың құрамында микроэлементтер (азот, фосфор, калий, кальций, күкірт, темір және т.б.) және өсімдіктер шектеулі мөлшерде тұтынатын микроэлементтер (бор, марганец, молибден, мырыш және т. б.) бар. Олардың ара қатынасы топырақтың химиялық құрамын анықтайды. Топырақтың физикалық қасиеттерінен ылғал сыйымдылығы, су өткізгіштігі, ұңғымалығы аса маңызды.

Топырақтың құрамы мен қасиеттері адам өмірінің, климаттың, қызметінің әсерімен үнемі өзгеріп отырады. Тыңайтқыштарды енгізген кезде топырақ өсімдіктерге арналған қоректік заттармен байиды, өзінің физикалық қасиеттерін өзгертеді. Дұрыс пайдаланбау топырақ жамылғысының бұзылуына, топырақтың эрозиясына, тұзденуіна, батпақтануына әкелуі мүмкін.

Құрамында мұнай бар қалдықтар топырақ, жер асты және жер үсті суларын ластаудың әлеуетті көзі бола отырып, қалалар мен қала маңындағы табиғи орта үшін елеулі қауіп төндіреді.

Қызылорда қаласы үшін маңызды экологиялық проблема-мұнай қалдықтары шығатын мұнай кеңорындарынан ластануы, автокөлік паркіге байланысты ортаның ластануы, ЖМС желісін, автомобиль жуу, техникалық қызмет көрсету станцияларын, гараждарды ұлғайту болып табылады, олар өз кезегінде мұнайы бар қалдықтарды жинайды. Мұнаймен ластанған кезде топырақтың құнарлылығын табиғи қалпына келтіру басқа техногендік ластануларға қарағанда айтарлықтай ұзағырақ болады.

Топыраққа түсіп, мұнай көміртектің жалпы мөлшерін арттырады. Гумус құрамында ерімейтін қалдық өседі, бұл құнарлылықтың нашарлау себептерінің бірі болып табылады. Бұл өз кезегінде егіншілікке айтарлықтай экономикалық зиян келтіреді. Қызылорда қаласында ірі өнеркәсіптік кәсіпорындар жұмыс істемегеніне қарамастан, бүгінгі күні шығарылатын зиянды заттардың саны азайған жоқ.

Жер адамның табиғи мекендеу ортасында да маңызды рөлге ие. Ең алдымен, топырақ – жаңартылмайтын табиғи ресурстар санатына жататын ауыл шаруашылығы өндірісінің негізгі құралы. Табиғат пайдалану мәселелері бойынша халықаралық декларациялар мен келісімдер ("Табиғатты қорғаудың дүниежүзілік стратегиясы", "Дүниежүзілік топырақ хартиясы", "Әлемдік топырақ саясатының негіздері") топырақтың адамзаттың жалпыға ортақ игілігі ретінде маңызын бекітеді, оны жердің барлық адамдары ұтымды пайдалануы және қорғауы тиіс.

Қоршаған ортаға және топырақ адамға қатысты тағы бір маңызды рөл атқарады – протекторлық. Әртүрлі ластаушы заттарды, соның ішінде радионуклидтерді, оларды химиялық және физикалық жолмен байланыстыра отырып, сіңіруге және ұстап тұруға қабілетті бола отырып, топырақ осы қосылыстардың табиғи суларға, өсімдіктерге және одан әрі тамақ тізбектері бойынша жануарлар организмдері мен адамға түсуін болдырмайтын өзіндік сүзгіш болып табылады. Алайда, топырақтың мүмкіндіктері бұл тұрғыдан шектелмейді, ал техногенді прессинг деңгейі өсіп келеді, сондықтан топырақтың қауіпті ластануы мен адамдардың одан әрі улануы жағдайлары жиі байқалады. Тамақтану қатерлі ісік ауруларының көп болуына себеп болуы мүмкін.

Адам денсаулығы айтарлықтай дәрежеде өмір сүруге мәжбүр болатын ортамен анықталады және осы мәселедегі топырақ маңызды рөлге ие болып шықты. Бірқатар аурулар белгілі бір топырақ жағдайларымен байланысты: химиялық элементтердің артығымен немесе жетіспеушілігімен, олардың арақатынасының бұзылуымен. Қалқанша безінің аурулары - зоб және Базедов ауруы (йод жетіспеген жағдайда), тіс эмальының зақымдануы - кариес және флюороз (фтор жетіспеген жағдайда), бірақ олардың тізімі өте үлкен және кеңеюде. Сонымен, топырақ жамылғысы мен онкологиялық аурулардың ерекшеліктерімен байланыс туралы мәліметтер бар. Онкологтардың асқазан обырының географиялық таралуын зерттеуі Тунис, Египет, Ауғанстанда асқазан обырымен ауыру Англия, Франция, АҚШ-қа қарағанда айтарлықтай төмен екенін көрсетті. Клиникалық зерттеулер бұл аурудың тағамдағы магнийдің жеткіліксіз болуы (демек, суда және топырақта), сондай-ақ Ca, Mg, Mn иондары арасындағы топырақ ерітіндісінде арақатынасының бұзылуы бар жоғары қаупін болжауға мүмкіндік береді. Бұл заңдылық Ростов облысының мысалында топырақтанушылардың (В. В. Акимцев) және онкологтардың (З. М. Митлин) бірлескен жұмысында дәлелденді.

Мұндай аурулар эндемиялық деп аталды, ал химиялық элементтері бар аумақтар - эндемиялық провинциялар. В. В. Ковальский Биогеохимиялық аймақтардың картасын құрады, онда ол топырақ пен су қасиеттерімен байланысты адам мен жануарлардың бірқатар ауруларының таралу аудандарын бөлді. Адамның қалыпты тіршілік әрекеті оның ағзасына қажетті микроэлементтердің түсуі есебінен қамтамасыз етіледі, организмдегі микроэлементтер концентрациясының өзгеруі биохимиялық процестердің бұзылуына және әртүрлі ауруларға әкеледі. Сондықтан қоршаған ортаның жай-күйі, оның ластануы адамдардың денсаулығына тікелей әсер етеді.

Топырақ миллиардтаған микроорганизмдермен қоныстанған. Олардың кейбіреулері топырақтан бөлініп, құнды дәрі-дәрмектер-антибиотиктер дайындау үшін қолданылады. Топырақ микрофлорасының құрамында ауыр ауруларды тудыратын патогенді нысандар да бар,мысалы, сіреспе, күйдіргі, қатерлі ісіну қоздырғыштары және т. б. Адам мен жануарлардың бірқатар аурулары белгілі бір топырақ жағдайында ғана өмір сүретін жануарлармен байланысты. Мысалы, шөлейт және құмды топырақта тұратын кеміргіштер мен жәндіктер туляремия, оба сияқты ауруларды тасымалдайды.

Осылайша, медицина мен ветеринарияның көптеген маңызды мәселелері топырақ жамылғысының ерекшеліктерін ескермей шешілуі мүмкін емес. Адам қызметінің тағы бір саласы бар, онда топырақ және топырақ жамылғысының қасиеттерін есепке алу қажет. Топырақ әртүрлі инженерлік-геологиялық қасиеттерге ие. Ағаш, металл және бетон конструкциялардың, ғимараттардың іргетастарының және олардың қабырғаларының беріктігі топырақ-жер асты суларының химиялық құрамына және құрылыс материалдары мен топырақ арасындағы өзара іс-қимылға байланысты. Жолдар, аэродромдар құрылысы да топырақтанудың ғылыми жағдайына сүйенеді, өйткені топырақтың қасиеттері жабындар мен осы құрылыстардың ұзақ мерзімділігін анықтайды.

Материалдар мен әдістер

Біз топыраққа ұқсас және бір айырмашылығы бар – антропогендік әсер ету дәрежесі бар тәжірибелі учаскелерді пайдаландық.

Жабдықтар мен шикізат:

- сынама алуға арналған пакеттер мен қалақ;
- топырақты елеу үшін диаметрі әртүрлі саңылаулары бар арнайы алюминий елеуіштердің жиынтығы;
- химиялық ыдыс (колбалар, құйғыштар, түтіктер);
- реактивтер жиынтығы;
- топырақтану және экология бойынша арнайы әдебиет.

Сынама алу және үлгілерді химиялық талдауға дайындау. Физика-химиялық талдау жүргізу үшін біз алдымен сынама алдық. Топырақ 10 см тереңдіктен, әр үлгінің 800-900 мг-нан алынды.

Сынамалар келесі аумақтарда алынды:

1. Мұнай кең орын аймағы.
2. Досан ауылы.
3. Мал шаруышылығымен айналысатын жеке фазенда аумағы.
4. Қызылорда-Шымкент автожолы.

Содан кейін топырақ кептіріліп, ұсақталды, одан әртүрлі диаметрлі тесіктері 5-тен 1 мм-ге дейін және массасы 500 г-ға дейін қысқарған електер жиынтығының көмегімен бөтен қоспалар мен бөлшектер алынып тасталды. Екі қарама-қарсы секторлардың ішіндегісін тастайды, ал қалған екеуі қайтадан араластырылды, бірнеше рет қайталанғаннан кейін қалған сынама су сорғыштарын алу үшін ауа жағдайына дейін кептірілді.

Су сорғыштарын дайындау. Су сору дайындау үшін 20 г ауа-құрғақ еленген топырақ жеткілікті. Жерді колбаға 100 мл салып, 50 мл дистилденген су қосып, 5-10 минут бойы шайқап, содан кейін сүзіп отырамыз.

Топырақтың өзекті қышқылдығын анықтау. Топырақ реакциясы өсімдіктер мен топырақ микроорганизмдерінің дамуына, онда болып жатқан химиялық және биохимиялық процестердің жылдамдығы мен бағыттылығына үлкен әсер етеді. Табиғи жағдайларда топырақ ерітіндісінің pH 3-тен 10-ға дейін ауытқиды. Топырақ қышқылдығы көбінесе 4-8 шегінен шықпайды. Топырақтың қышқылдығы мен pH шамасы арасындағы байланыс кестеде келтірілген.

1-кесте. **Топырақ қышқылдығының pH тәуелділігі.**

pH	Топырақтың қышқылдық дәрежесі
< 4,5	Күшті қышқыл топырақ
4,5 – 5.0	Орташа қышқыл топырақ
5,1 – 5,5	Әлсіз қышқыл топырақ
5,6 – 6,0	Бейтарап заттарға жақын
6,1 – 7,0	Бейтарап топырақ
> 7,1	Сілтілік топырақ

Өзекті (белсенді) қышқылдығы - топырақ ерітіндісінің қышқылдығы. Қышқылдықтың бұл түрі өсімдіктер мен топырақ организмдеріне тікелей әсер етеді. Өзекті қышқылдықты сулы топырақ сору кезінде анықтайды. Дистилденген су; алынған суспензия 1: 5 жақсы шайқаңыз және тұнбаны ұстап тұрыңыз; отырғызу сұйықтығына индикаторлық қағаздың жолағын енгізіп, оның түсін түрлі-түсті кестемен салыстырыңыз, топырақтың pH шамасы туралы қорытынды жасаңыз.

Қышқылдықты анықтау екі тәсілмен жүргізілді:

- "Архимед" сандық зертханасының көмегімен»;
- әмбебап индикаторлық қағаз көмегімен.

Жолақты тартқышқа түсіріңіз. Арқылы 1-2 сек. суланған учаскенің бояуының өзгеруін алып, бақылаңыз. Оны шкаламен салыстырыңыз және топырақ сору қышқылдығын анықтаңыз.

Зерттеу нәтежиелері және талдау

2-кесте. **Біздің зерттеулерде келесі нәтижелер болды:**

Сынама алу ауданы	pH
Мұнай кең орын аймағы	8
Досан ауылы	6,5
Мал шаруышылығымен айналысатын жеке фазенда аумағы	7
Қызылорда-Шымкент автожолы	7,5

Жоғары сілтілік топырақтың физикалық қасиеттерін күрт нашарлатып, коллоидтердің пептизациясын күшейтеді, физиологиялық процестердің барысын бұза отырып, өсімдіктердің дамуын тежейді.

Сілтілікті жою үшін гипстеу жүргізіледі.

Топырақтағы химиялық элементтерді сапалы анықтауүшін карбонат-иондар қолданылады. Топырақтың аз мөлшерін фарфор тостағанына салып, қайнатқышпен 10%-дық тұз қышқылының ерітіндісінің бірнеше тамшысын құяды. Реакция бойынша түзілетін көміртек оксиді (IV) CO_2 көпіршік түрінде (топырақ "шипит") бөлінеді. Олардың бөліну қарқындылығы бойынша карбонаттардың едәуір немесе аз мөлшерін көрсетеді.

2H++CO32-=CO2↑+H2O

Сульфат-иондар. 5 мл сүзгілерге концентрацияланған тұз қышқылының бірнеше тамшысын және 2-3 мл 20% барий хлоридінің ерітіндісін қосамыз. Егер түзілетін барий сульфаты ақ ұсақ кристалды тұнба түрінде түссе, бұл бірнеше ондық пайыз және одан да көп мөлшерде сульфаттардың болуын білдіреді. Ерітіндіні ұнтақтау сульфаттардың құрамын көрсетеді – пайыздың жүздік үлесі. Әлсіз тұншығу, қара фонда елеулі артық, сульфаттар аздаған жағдайда болады – пайыздың мыңдық үлесі.

SO42- + Ba2+ = BaSO4↓

Нитрат-иондар. 5 мл сүзгішке тамшылар бойынша күкірт қышқылында дифениламин ерітіндісін қосамыз. Нитраттар мен нитриттер болған жағдайда ерітінді көк түске боялады.

Темір (II және III). Екі пробиркаға 3мл сорып алу керек. Бірінші пробиркаға K3(Fe (CN)6) қызыл қан тұзы ерітіндісінің бірнеше тамшысын, екінші тамшысын KSCN калий роданидінің 10% – дық ерітіндісінің бірнеше тамшысын құйамыз. Бірінші пробиркада пайда болған көк бояу және екіншісінде қызыл бояу топырақта темір (II) және темір (III) қосылыстарының болуын куәландырады. Бояу қарқындылығы бойынша олардың саны туралы айтуға болады.

3 K4[Fe(CN)6] +4 FeCl3 = KFe[Fe(CN)6])↓ + 12 KCl

(1 пробирка) (қара көк тұнба)

FeCl3 + 3 KCNS = Fe(CNS)3 + 3 KCl

(2 пробирка) (қан-қызыл тұнба)

Алюминий. 5 мл топырақ сорғыштарына 3%-дық натрий фторидінің ерітіндісін тұнба пайда болғанға дейін тамшылап қосамыз. Шөгінділер жылдам түскен сайын, алюминий топырақта көп екенін көрсетеді.

3-кесте. **Топырақтық сорудың химиялық талдауының нәтижелері.**

Сынама алу орны	Анықталатын ион				
	CO32 –	SO42 –	NO3 –	Fe2+ , Fe3+	AL3+
№1 Мұнай кең орын аймағы	көп мөлшерде	аз мөлшерде	+	көп мөлшерде	көп мөлшерде
№2Досан ауылы	өте аз	көп мөлшерде	+	өте аз	жоқ
№3 Мал шаруышылығымен айналысатын жеке фазенда аумағы	аз мөлшерде	аз мөлшерде	+	өте аз	өте аз
№4 Қызылорда-Шымкент автожолы	көп мөлшерде	аз мөлшерде	+	көп мөлшерде	көп мөлшерде

Зерттеулеріміздің нәтежиесінде қалада негізінен әлсіз және бейтарап топырақ бар екенін көрсетеді, онда өсімдіктерде мыс, мырыш, кадмий сияқты ауыр металдардың жиналу мүмкіндігі туралы айтуға болады; карбонаттар мен сульфаттардың аз мөлшері мал шаруашылығымен айналысатын фазенда мен Досан ауылының топырақ сынамаларында нитраттардың аз мөлшері байқалады, сондықтан көкөністерді өсіруге арналған учаскелерді ірі өнеркәсіптік кәсіпорындар мен ірі автомобиль трассаларынан алшақ орналастыру ұсынылады.Көкөністерді органикалық тыңайтқыштармен қоректендірген жақсы болады.

Қорытынды

Бұл жұмыста топырақ ластануының көптеген түрлері туралы толық мәліметтер алынды. Олардың топыраққа және адам денсаулығына теріс әсері қарастырылды. Сондай-ақ, топырақтың түрлі аурулардың таралуында өте маңызды рөл атқаратыны анықталды, сол арқылы адам ағзасына тікелей әсер етеді. Егер біз денсаулықты сақтағымыз келсе, онда топырақ ресурстарын қорғау, тыңайтқыш еңгізу режимін сақтау, оны тазалау жөніндегі қарапайым шараларды сақтауымыз керек. Топырақ ластанудан қорғау адамның маңызды міндеті болып табылады, өйткені топырақтағы кез келген зиянды қосылыстар ерте ме, кеш пе адам ағзасына түседі. Тұтастай алғанда қанағаттанарлық деп бағаланатын Қызылорда қаласының экологиялық жағдайын оңтайландыруға тұрғын үй аумақтарын көгалдандыруға, гидрогеологиялық режимді бұзуға, қаланың шет аймақтарының қоқысталуын болдырмауға, парктер жүйесін салуға, сондай-ақ шығарылатын кәсіпорындар аумақтарының топырақ қабатын санациялауға, дүлей үйінділерді жоюға, өндірістік кәсіпорындарда магистральдарда көлік құрылыстары мен тазарту

сүзгілерін салу есебінен әуе бассейнінің сапасын жақсартуға бағытталған тиісті іс-шараларды жүргізу есебінен қол жеткізілуі қажет.

Қорытындылай келе, біздің елдің табиғи ресурстарына, адамның өмір сүру жағдайларына немқұрайлы қарауының нәтижесі техногендік шөл болуы мүмкін, оның бейнесі ғылыми - фантастикалық повестердің беттерінде бүгін газет және журналдардың жолақтарына көшкен. Біз өзіміз үшін осындай қатал қорытынды жасап, өзімізше туған табиғатқа, өз ұрпақтарымыздың тағдырына, өз қауіпсіздігімізге немқұрайлы және жауапсыз қалдырмауымыз қажет.

Бүгінгі күні біз өз нанымызды алып жатқан жерді және дем алатын ауаны құтқару үшін әлі де аз жұмыс атқаруымыз қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ахметзянова Ф.К. Эффективность снижения поступления тяжелых металлов из кормов в молоко при включении в рацион коров сорбентов/ Ф.К.Ахметзянова. – Казань. -2008. – 118с.

[2] Байдина Н.Л. Загрязнение городских почв и огородных культур тяжелыми металлами.//Агрохимия,- 1995,- № 12,- С. 97 105.

[3] Бигалев Н.Б., Туребаев М.Н., Елемесова Н.Ш. Генетические исследования окружающей среды. М.: Наука, 1977.

[4] Большаков В. А., Борисочкина Т.И., Краснова Н.М. Нормирование загрязняющих веществ в почве.// Химия в сельском хозяйстве,- № 9,- 1991-С. 9-17.

[5] Волн М.И. Возможности снижения экологической опасности экотоксикантов в сельском хозяйстве.// Химия в сельском хозяйстве.- 1995.-№ 5.-С.38-42.

[6] Гармаш Г.А. Распределение тяжелых металлов в почвах в зоне воздействия металлургических предприятий.//Почвоведение 1985.-№2,- С.27-32.

[7] Ильин В.Б. Буферные свойства почвы и допустимый уровень ее загрязнения тяжелыми металлами.//Агрохимия,- 1997,-№11.-С. 67-75.

[8] Ильин В.Б. К вопросу о разработке предельно допустимых концентраций в почвах.//Агрохимия № 10, 1985, С. 84-131.

[9] Левин и др. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микрофлору.// Микрорганизмы и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1989.-С.5-47.

[10] Ягодин Б.А., Кидин В.В., Цвирко Э.А., Маркелова В.Н., Саблина С.М. Тяжелые металлы в системе почва-растения.// Химия в сельском хозяйстве.-1996,-№5,- С. 43-45.

[11] Schilfgaarde J. Green remediation; letting the earth heal it self. //Agricultural Research. 1995. Vol.43, № 11, p.3-12.

[12] Vyas B.N., Mistry K.B. Influence of Clay Mineral Type and Organic Matter Content on the Uptake of Pu239 and Am241 to Plants.//Plant and Soil, 1981, vol. 59, №1, P. 77-87.

[13] Wallace A. Excess trace metal effects on calcium absorption in plants// Commun. Soil Sci. and Plant Anal. 1979. № 1-2. P. 475-477.

Жусупова И. М.

Влияние почвенных свойств на качество продукции животноводства на промышленных территориях

Резюме: Исследовано влияние химических факторов на загрязнение почв и влияние состояния почв на здоровье человека;проведен мониторинг химического состава почв города Кызылорды.

Ключевые слова: почва, здоровье человека, природные ресурсы.

УДК 004.838

[1]M. Kantureyeva, [2]F. Murzin, [3]A.Uspanova
([1]L. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
[2]Institute of Informatics Systems A. Ershov, Novosibirsk, Russia, [3]Kazakh University of Economics,
Finance and International Trade, Astana, Kazakhstan, e-mail: monsiko@mail.ru, esim78@mail.ru)

TRANSPORT SYSTEM: WITH REGULAR INTERSECTIONS AND WITH LEARNING INTERSECTIONS (Q-LEARNING)

Abstract. In this paper, we consider the issues of the transport system and the traffic management system, including the corresponding tasks, traffic flows and parameters, as well as the algorithm for the functioning of the traffic light and the learning system (Q-Learning).

Key words: Transport, traffic flow, agent, traffic light, diagnostics, transport system, intersection.

М.А. Кантуреева, Ф.А. Мурзин, А.И. Успанова
(Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан Республикасы,
А.П. Ершов атындағы Информатика жүйесі институты, Новосибирск, Ресей, Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Астана, Қазақстан Республикасы)

КӨЛІК ЖҮЙЕСІ: ТҰРАҚТЫ ҚИЫЛЫСТАРЫМЕН ЖӘНЕ ОҚУ ҚИЫЛЫСТАРЫМЕН (Q-LEARNING)

Түйіндеме: Берілген жұмыста транспорт жүйесі туралы және жол қозғалысының басқару жүйесі туралы, оның ішінде тиісті міндеттері, транспорт ағыны және параметрлері, сонымен қатар бағдаршамның жұмыс істеу алгоритмі және нақты оқыту жүйесі (Q-Learning) қарастырылған.

Кілттік сөздер: Транспорт, траспорт ағымы, агент, бағдаршам, диагностика, көлік жүйесі, жол қиылысы.

Көлік жүйесі - бұл жол желісінің бөлігі және оның бойымен жүретін көлік құралдарымен байланысты инфрақұрылым.

Транспорт ағыны (ТА) - бұл көлік желісінің белгілі бір бөлігінде қозғалысқа бір мезгілде қатысатын көлік құралдарының жиынтығы.

Транспорт ағынының негізгі параметрлері төмендегідей болады:

- ағымдағы сәтте ағынның жылдамдығы;
- ағынның тығыздығы-жол ұзындығының бірлігіне арналған автомобильдер саны;
- ағынның қарқындылығы-уақыт бірлігі ішінде белгілі бір жол учаскесін кесіп өтетін автомобильдер саны;
- транспорт ағынының құрамы-ондағы әртүрлі түрдегі көлік құралдарының пайыздық арақатынасы.

Жол қиылысы - жолдардың немесе қозғалыс жолақтарын бір деңгейдегі қиылысы.

Жол кептелісі немесе автомобиль тығыны - жолдың осы учаскесі үшін қалыпты жылдамдыққа қарағанда орташа жылдамдықпен қозғалатын көлік құралдарының жолда жиналуы [1]. Кептеліс пайда болған кезде жол учаскесінің өткізу қабілеті айтарлықтай (20 есе және одан көп) төмендейді. Егер көліктің келіп түсетін ағыны жол учаскесінің өткізу қабілеттілігінен асып кетсе, кептеліс қар көшкіні тәрізді өседі [2].

Жол қозғалысын басқару жүйесі - бағдаршамдарды бейімдеу және үйлестіріп басқаруға арналған. Дәл осы жерде бағдаршамдар мен қиылыстарды басқару жүргізілетін трафик туралы барлық ақпарат жиналады, өңделеді және талданады.

Қалалық жол қозғалысын басқарудың нақты жүйесін шешудегі тиісті міндеттер:

- Қауіпсіздік: қозғалысты реттеу кезінде авариялық жағдайларға жол бермеу;

- Өткізу қабілеті: жол желісіндегі қозғалыс қарқындылығын арттыру;

- Жүргізушілер үшін жайлылық: бағдаршамдарда күту уақытын төмендету, күту уақытын "әділ" бөлу, қолайлы қозғалыс жылдамдығы;

- Ерекше жағдайлар: өрт сөндіру қызметінің машиналарын, жедел жәрдем және үкіметтік кортеждерді өткізіп жіберу үшін берілген бағыт бойынша "Жасыл толқын" режиміне ауысу [3,4];

- Қоғамдық көлік үшін басым режим: кесте бойынша қоғамдық көлік қозғалысын қамтамасыз ету үшін (трамвайлар, троллейбустар, сыйымдылығы 50 адамнан асатын автобустар), ауыстырып қосудың ерекше режимі талап етіледі;

- Бейімделу (бейімделуі): қол жетімді қозғалыс жолақтарын ауыстыру режимінің болуы. Жол қозғалысының қол жетімді жолақтарының саны ауа райының жағдайлары (қарлы жолдар), жол жөндеу-құрылыс жұмыстарын жүргізу, жол-көлік оқиғаларының туындауы, рұқсат етілмеген жерде тұрақ және т. б. нәтижесінде өзгеруі мүмкін;

- Сенімділік: басқарушы орталық істен шыққан кезде (коммуникацияның үзілуі, тұйықталуы және т.б.) әрбір элементтің автономды жұмыс режимі қарастырылуы тиіс;

- Диагностика: жүйенің негізгі элементтері үнемі техникалық жай-күйі туралы деректерді ұсынуы тиіс. Элемент істен шыққан кезде басқарушы орталыққа тиісті хабарлама келіп, лог журналына жазылады;

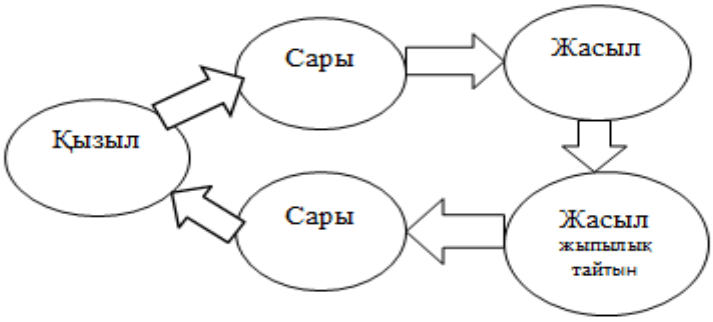
- Мониторинг: ағымдағы жол жағдайы туралы деректерді жинау (Машиналар қозғалысының қарқындылығы, автокөлік түрлері, орташа жылдамдық, апат орындары және т. б.).

Жол қиылыстары жолдардың қиылысуы бола отырып, жолдағы ең қауіпсіз орындардың бірі болып табылады. Автокөлік санының өсуіне байланысты көптеген елдерде бағдаршамсыз қиылыстар өте аз қалған, көпшілік жерлерде қиылыстар бағдаршамдармен қамтамасыз етілген немесе жол таңбалары және арнайы белгілер қойылған [5,6].

Алайда, қиылысулар, сондай-ақ қалалардағы барлық тығындар мен қиын қозғалыстардың ең негізгі тағы бір себебі болып табылады.

Бағдаршам - белгілі бір сигналдарды берілген уақытта дәйекті қосуға арналған жарық техникалық құрылғы: қозғалысқа рұқсат етілген-жасыл сигнал, қозғалысқа тыйым салынған - қызыл және олардың арасында сигналдардың ауысуын ескертетін аралық - сары. Бағдаршамның жұмысын контроллер немесе есептеу құрылғысы басқарады [7,8]. Қарапайым бағдаршамдар жолдарда үлкен тығындар жасай алады, керісінше, оларды болдырмау үшін көмектесуі мүмкін — барлығы оларды қалай баптауға және қалай басқаруға байланысты. Қарапайым бағдаршам қиылыстағы жағдайға назар аудармай, ол машиналар қозғалысын басқарады және ол төмендегі суретте көрсетілген (Сурет 1).

Бағдаршам жұмысының алгоритмі:



1-сурет. Бағдаршамның жұмыс жасалуының алгоритмі

Бағдаршаммен реттеудің ең көп таралған тәсілі-статистикалық деректер негізінде есептелінген, ұзақтығы бойынша тіркелген фазаларды пайдалану. Алайда, бұл тәсіл тек бір күндік ішінде ғана емес, қысқа уақыт аралығында өзгеретін көлік ағындарының тұрақсыздығынан айтарлықтай қиындықтарды кездестіріп отырады.

Сондықтан қазір көлік ағындарындағы өзгерістерді бейімдеуге мүмкіндік беретін түрлі жүйелер күннен күнге дамуда, яғни, қозғалыс жағдайларына бейімделетін жүйелер.

Бағдаршамды басқару - күрделі талап және бағдаршамның жұмысын оңтайландыру үшін эволюциялық алгоритмдер, интеллектуальды алгоритмдер, анық емес логика алгоритмдері және нақты оқыту (Q-Learning) сияқты көптеген алгоритмдер қолданылады.

Q-Learning (Q-оқыту) — агенттік тәсілде жасанды интеллектте қолданылатын әдіс. Оқу түрі эксперименттеріне жатады. Агент қоршаған ортамен өзара әрекеттесу арқылы оқылады. Бұл өзара іс-қимыл агент қабылдаған іс-әрекеттерге жауап ретінде алатын көтермелеу (жазалау) арқылы жүзеге асырылады. Бұл ретте агент тек осы жерде ғана емес, сонымен қатар ұзақ мерзімді перспективада да барынша пайда әкелетін іс-әрекет стратегиясын жасауға тырысады [9,10].

Сыйақы ортасынан алынатын сыйақы негізінде агент Q пайдалылық функциясын қалыптастырады, бұл кейіннен оған іс-әрекет стратегиясын кездейсоқ таңдауға және сол ортамен алдыңғы өзара іс-қимыл тәжірибесін ескеруге мүмкіндік береді. Q-оқытудың артықшылығы-қоршаған орта моделін қалыптастырмай, қол жетімді әрекеттердің күтілетін пайдалы нәтижелердің салыстыру мүмкіндігі мол. Q-Learning алгоритмі жұмыс кезінде жұпты күй-әрекет бағалау функциясы құрылады. Q-мәндер барлық мүмкіндігі бар жұп күй-әрекет бірнеше рет сынау болып табылады. Жалпы түрде бекітілген оқыту міндеті мынадай түрде қалыптасады. Сигналдың әрбір ауысу үшін кейбір скаляр мәні, "марапат" тағайындалады. Жүйенің мақсаты - марапаттау сомасын барынша арттыратын басқару міндетін табу. Әрбір агент өздігінен оқиды, қиылыстарда машиналарды күту уақытын азайтуға тырысады. Іс-әрекетке жауап ретінде алынған оның әрбір әрекеті жадында сақталады және келесі іс-әрекет таңдауында алдыңғы өзара іс-қимыл тәжірибесін ескереді [11].

Әрбір қадамда агент ағымдағы жағдайды танып, әрекетті таңдайды. Осыдан кейін қоршаған орта агентке көтермелеуді қайтарады және оны жаңа күйге ауыстырады.

S- көптеген жағдайлар агент болуы мүмкін;

A-агентке қол жетімді көптеген әрекеттер;

t-уақыт бойынша дискретті қадам;

Агенттің негізгі міндеті тиімді стратегиялық таңдау арқылы келесі іс-әрекет бойынша ағымдағы жағдайды табу π:S→A, келесі формулаға сәйкес агенттің пайдасын арттыру стратегиясы оңтайлы деп аталады:

$$V^{\pi}(S_t) = r_t + \gamma r_{t+1} + \gamma^2 r_{t+2} + \cdots = \sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i r_{t+i}$$

Мұндағы кейбір $0 \leq \gamma \leq 1$ – кейбір тұрақтылық, ол қоршаған ортадан алынған марапатты жақын болашақта ғана емес, қазір де көп дәрежеде ескеруге мүмкіндік береді.

Көлік жүйесінің тұрақтылығы деп қоғамның тұрақты және сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ете отырып, экожүйе үшін зиянсыз қозғалуға деген қажеттіліктерін қанағаттандыру мен қол жетімділігін түсінетін боламыз. Жүйенің тұрақтылығына жағдайды, сұранысты, дамуды және қолжетімділікті басқару арқылы қол жеткізіледі. Ең алдымен оны жобалау және іске асыру кезінде қамтамасыз етеді [4,12]. Алайда, көптеген көлік жүйелерінің өмірлік циклі өте үлкен, ал тасымалдау және өткізу қабілеті шектеулі, сондықтан жүйенің жұмыс істеу процестерін бақылау өте маңызды [5]. Көлік жүйесінің тұрақтылығы оның қауіпсіздігінің, экологиялылығының, үнемділігінің, сенімділігінің және т. б. кепілі болып табылады. Кез келген көлік жүйесі – динамикалық жүйе [13]. Оның тұрақтылығына ішкі және сыртқы факторлар әсер етеді. Көлік проблемаларының деңгейіне: халықтың саны мен тығыздығының өсуі, жеке жеңіл автомобильдер санының және оларды пайдалану дәрежесінің өсуі, халықтың қозғалғыштығы мен іскерлік белсенділігінің өсуі, көлік инфрақұрылымы және т. б. әсер етеді[14,15]. Осы факторлардың әрқайсысында әр түрлі аймақтар мен қалаларда өз ерекшеліктері бар және жоғары динамикада елеулі проблемалар туындайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Пугашев И.Н. Организация и безопасность движения.- Изд. ХГТУ, Хабаровск. 2004.- 22 стр.

[2] В.И. Городецкий. Самоорганизация и многоагентные системы. Модели многоагентной самоорганизации. Известия РАН "Теория и системы управления", 2012, № 2, 92–120 стр.

[3] Рассел, Норвиг. Искусственный интеллект. Современный подход. 2-е изд. 2006 год.

[4] В.Городецкий, О.Карсаев, В.Самойлов, С.Серебряков. Многоагентные системы и групповое управление. Журнал "Искусственный интеллект и принятие решений», № 2, 2009.

[5] В.И. Городецкий. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации. Известия РАН "Теория и системы управления", 2012, № 2, с. 92–120

[6] M. Wiering, J. van Veenen, J. Vreeken, and A. Koopman. Intelligent Traffic Light Control. Technical Report UU-CS-2004-029, University Utrecht, 2004.

[7] M. Wiering, Multi-Agent Reinforcement Learning for Traffic Light Control, in Proc. 17th International Conf. on Machine Learning,pg. 1151-1158, 2000.

[8] David Sislak and Premysl Volf and Michal Pechoucek: Agent-Based Cooperative Decentralized Airplane Collision Avoidance. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2011, vol. 12, p. 36-46.

[9] Camurri M., Mamei M. and Zambonelli F. Urban Traffic Control with Co-Fields // Series Lecture Notes in Artificial Intelligence. V. 4389/ Eds. D.Weyns, H.V.D.Parunak and F.Michel Springer, 2007. P. 239–253.

[10] Reinforcement Learning of Traffic Light Controllers under Partial ObservabilityMSc Thesis of. Artificial Intelligence, (0010774). Kuyer, L., Whiteson, S., Bakker, B.

[11] Mitchel T. Machine Learning. McGraw-Hill Education (ISE Editions). 1997.

[12] Sutton R., Barto A. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press. Cambridge, MA. 1998

[13] Вшивков В.А., Лобив И.В., Мурзин Ф.А. Параллельный алгоритм решения задачи о взаимодействии потоков разреженной плазмы // Поддержка супервычислений и Интернет-ориентированные технологии, ИСИ СО РАН, Новосибирск 2001, – С. 68-81.

Кантуреева М.А., Мурзин Ф.А., Успанова А.И.

Транспортная система: с обычными и обучающимися перекрестками (Q-Learning).

Резюме: В данной работе рассмотрены вопросы транспортной системы и системы управления дорожным движением, в том числе соответствующие задачи, потоки и параметры траспорта, а также алгоритм функционирования светофора и система обучения (Q-Learning).

Ключевые слова: Транспорт, траспортный поток, агент, светофор, диагностика, транспортная система, перекресток.

M. G. Zhumabayev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
murat_zhumabaev@mail.ru)

MATCHING OF GEOPHYSICAL DATA INTERPRETATION OF LOGGING AND CORE MATERIAL OF URANIUM DEPOSITS

Abstract. This internship was held in LLP JV "KATCO" Taukent, South Kazakhstan region for the study of geophysical station Geovista and lithology. The aim of this project was to study the regularities of behavior of impermeable intervals based on the core and development of methods or recommendations for the interpretation of the curves of apparent resistivity.

30 exploratory wells with core were used for the study. Statistics were collected by these wells with the help of the apparent resistivity values. According to the results of the work, method for interpretation of the apparent resistivity for destructive wells were proposed:

- use of a resistivity behavior model in impermeable rocks, depending on their power and the degree of permeability of the sands in which these intervals lie down.

The proposed recommendations will help engineers of KATCO to make the right decisions when interpreting logging.

Keywords: in-situ leaching,uranium mining,logging, Geovista.

1. Introduction

In Kazakhstan, acid leaching agents are used for uranium extraction. Extraction of uranium by the in-situ leaching method is made by the company Katco, which contributes to the reduction of environmental footprint. Kazakh-French joint venture JV LLP KATCO was established in 1996. The company is engaged in geological exploration, production, design and construction of facilities for the extraction and uranium ores processing, as well as the operation of these facilities at the fields, in particular at the Muyunkum and Tortkuduk fields in the South Kazakhstan region.

The pilot was started in 2004 and the drilling technological wells in 2005. Local production began in 2006 with an annual production capacity of 700 tons of uranium.The logging in the field first was made with Geovista station. Geovista is a geophysical complex of the Geovista brand, which was produced in London. It is designed for geophysical exploration of a well on a cable. The geophysical complex includes geophysical well measurement instruments, geophysical descent mechanism with geophysical cable, and ground control and conversion unit for signal transmission and laptop to control the process and data registration. [1]

8500 destructive wells were logged on Phase 1 by Geovistanow the company is faced with the fact that they need to over calculate the reserves of uranium on these destructive wells. However due to the absence of interpretation methods of diagrams made by Geovista station, currently, there are some difficulties with developing 3D models and 2D interpretations in KATCO. Indeed, if there are, some errors in interpretation they can greatly affect the estimation of reserves (over or under). Therefore, we decided to develop

interpretations methods of diagrams made by Geovista for the destructive well on the basis of interpretation of diagrams made by Geovista on core wells. The purpose of this project is to analyze the process of data interpretation of the recorded by geophysical complex Geovista. Consequently, our objectives are to:

- collect the data;
- validate the interpreted data;
- define delta % which will help to find threshold for impermeable rocks.

In order to obtain the objectives we used data collection and interpretation method.

The method was used to determine the permeability in the rocks and was measured by Geovista probe (and data of resistivity is named RLLD) considered the thickness lower than 1 m. It means intervals (impermeable) greater than 1 meter can't be measured and aren't taken into account while analysis. In other words, thicknesses are greater than 1 m are easy to interpret without core wells. Is this case, core interpretation is fundamental to indicate thin impermeable intervals. The purpose of this method is to calculate the average delta using low and high resistivity values. The graph of this delta ratios and impermeable rock thickness can provide a help to define impermeable intervals.

2. Study of thin impermeable intervals.

From 2005 to 2009, KATCO performed 8500 logging with the Geovista station for destructive technology wells. Then, starting in 2010, the company switched to another mark, the Kobra geophysical complex, to perform logging for Phase1. Now, Katco is faced with the fact that they will have to recalculate the reserves to build 3D models and 2D interpretation. Due to the lack of core data, the interpretation of lithology is performed by apparent resistivity. Since KATCO engineers are used to working with the Kobra station, the Geovista interpretation is difficult at the moment.

To understand how to perform the correct interpretation with the Geovista station, it was suggested to collect statistics of the behavior of the RLLD in impermeable intervals: clays, siltstones and etc. In the analysis, the attention was paid to lithological types of rocks and thickness of impermeable intervals.

As it is known, resistivity always falls in impermeable intervals and the higher the starting resistivity value and the more thickness of impermeable interval, there will be the more difference between the start (high resistivity value) and the end (low resistivity value) of impermeable interval.

The final outcome was to study this regularity and develop function of dependence resistivity change (delta) and thickness of impermeable intervals.

22 historical wells with core were used for analysis, where the logging was carried out with Geovista station. Only 18 wells were taken from them, as in 4 wells the probe was not calibrated and as a result these wells did not correspond to the test. Also, during the internship new 12 core wells were drilled and logging was made with Geovista station.

So, in total, there were 30 wells, which were, first of all, checked for correctness of all interpretation was checked.

Secondly, the interval of impermeable rocks was determined.

Thin impermeable intervals from 0.2 to 1.2m thickness were considered in the study out of 30 available drill holes.

Third, for each impermeable interval where core material was available, the behavior of the resistivity signal was determined. Statistics was collected for the high and low resistivity values (Om*m) for each impermeable interval.

Fourth, all impermeable intervals were divided by its thickness and an average low and high resistivity was calculated. An example of finding a low and high resistivity value for an impermeable interval is presented in

Figure.

Fifth, an analysis was done when all data was compiled in one table. A graph of correlation between the average low resistivity value and the impermeable interval thickness was built. Using the graph, we identified a threshold for impermeable rocks that were made by the Geovista station. The threshold for impermeable intervals, with thickness equal or greater than 0.5m., was 8 Om*m.

According to the graph based on core data, all intervals where the low resistivity signal is equal or lower than 8 Om*m can be regarded as impermeable intervals. This can help to make decision on destructive drill holes where there is no any core data .

Therefore, it makes difficult to interpret thin impermeable intervals.

Sixth, the only one tip that can help to make good decision on lithology interpretation is calculation of delta between high and low resistivity values. This can be applied on the function determined for relationship between delta and impermeable thickness (Figure 1).

Seventh, we transferred the delta to percentage. Delta was transferred to percentage, because it is convenient to use to avoid problems when we have uncalibrated logging. Table 1 shows the results of delta and delta percentage.

And at the end after the delta calculation, we built the graph of the ratio between thickness and RLLD delta, %.

A table with the following fields was drawn up with the following fields.

- Thickness
- RLLD value for Intymak2;
- The average high RLLD for each interval
- The average low RLLD for each interval
- Delta value;
- Delta as a percentage.

Table 1. **The results of the resistivity and calculation of the delta.**

Thickness, m	Intymak2, RLLD	HighRLLDvalue	LowRLLDvalue	Delta	Delta, %
0.2	4.4	18.3	14.3	4	21
0.3	4.4	29	14.8	14.2	31.5
0.4	4.3	29.4	12.8	16.5	47.6
0.5	4.7	13.9	7.3	6.6	47.5
0.7	3.9	13.8	5.6	8.2	58.9
0.8	2.8	11.5	7.2	4.3	37.3
0.9	4.5	17.8	7.7	10.1	50.7
1.2	3.8	16.2	4.8	11.4	70.3

According the results, graphs were drawn up:

- the ratio of the minimum value of RLLD and the thickness of impermeable rocks;
- the ratio of the delta(%) and the thickness of impermeable rocks.

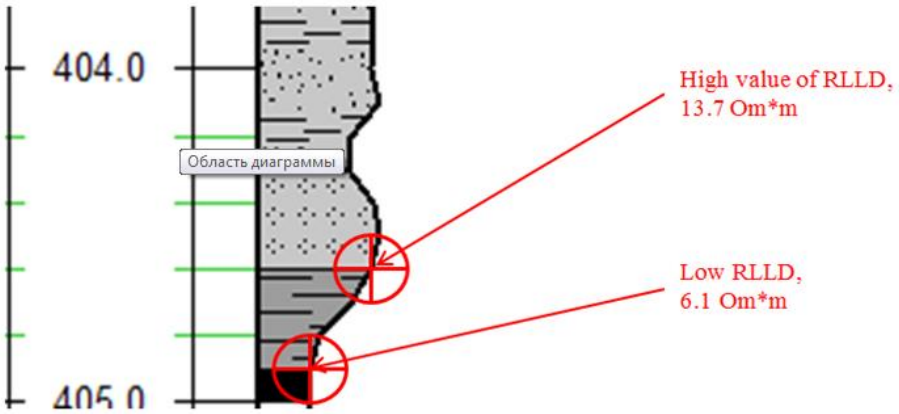


Figure 1. Example of define high and low resistivity.

3. Results study of thin impermeable intervals.

Based on the below statistics, we can say that 8 Om*m, this is the threshold of the resistivity value for impermeable intervals with the thickness of 50 cm and above. That is, all intervals with a lower resistivity value of less than 8 Om*m can be considered impermeable according to statistics.

But for intervals of impermeable rocks with the thickness of 0.4 m and below this threshold can't be used, as the resistivity does not have time to fall to the threshold of 8 Om*m and therefore these intervals are difficult to determine by the resistivity.

As a hint when interpreting without core wells, you can use a function from the graph (Figure 1), where delta of resistivity is the average difference between high and low resistivity values in %.

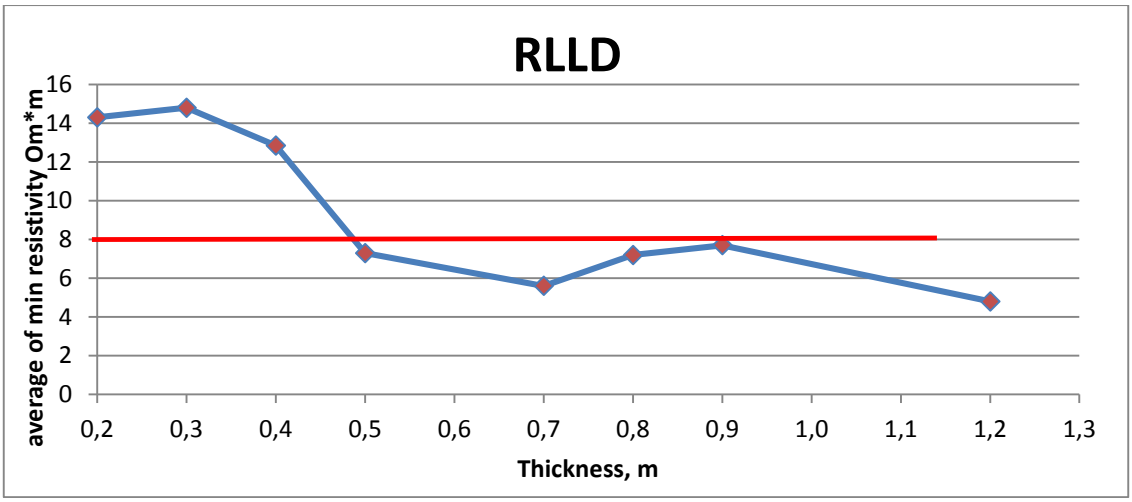


Figure 2. The ratio of the average value of the minimum resistivity value of RLLD and the thickness of impermeable rocks.

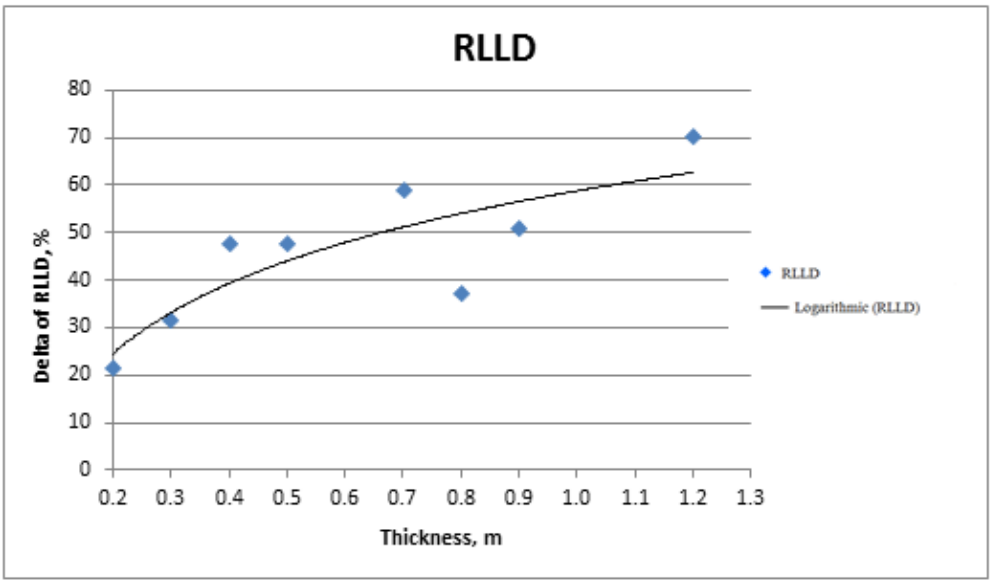


Figure 3. The ratio of the delta,% and the thickness of impermeable rocks.

According to the graph, you can see the trend, with the increase of impermeable intervals in the thickness, the delta increases.

As you see, for each thickness of impermeable rocks the delta value threshold varies:

- for 20 cm of impermeable rocks the delta value threshold is 21%;
- for 30 cm of impermeable rocks the delta value threshold is 31%;
- for 40 cm of impermeable rocks the delta value threshold is 49%;

An average delta was calculated for each thickness. If individual lithological interval delta of particular thickness is greater than experimental delta on the graph (Figure 3), these intervals can be considered as impermeable.

Due to the fact that there is little data in KATCO database, we see that the location of the points on the graphs does not form a smooth function. More data is needed to determine a more accurate curve.

CONCLUSION

Using data of core interpretation and logging stations, method was developed to help interpret the data and this method was tested for correctness.

The analysis showed that this method could be used to determine permeability of thin intervals in wells without core using the ratio of delta between the interval thicknesses. This statistic defined the behavior of KS logging in impermeable rocks and produced graphs that can be used to make a decision when interpreting thin impermeable intervals of destructive wells.

In future, this method help interpret the lithology of technological drill holes fast and qualitatively, therefore it can help to make sound decision.

And also, it is necessary to develop a tool that will perform an automatic interpretation of lithology according to the data of the logging in KATCO, as the interpretation of lithology is a very important stage in the assessment of the reserve. If to interpret the data manually, it will take a very long time, but with these tools you can save time.

It can be developed using machine learning or any other algorithms. The methods we have identified to interpret logging data can be used as functions in these algorithms for interpretation accuracy, because in case of an error, there may be an underestimation of reserves or a revaluation of reserves.

REFERENCES

[1] LLP JV KATCO, (2016). Corporate social responsibility report, KAZAKHSTAN: KATCO

[2] Mathieu R, Deschamps Y, Selezneva V, Pouradier A. (2015). Key Mineralogical Characteristics of the new South Tortkuduk Uranium Roll-Front Deposits, Kazakhstan, 13th SGA Biennial Meeting, 1835 – 1838.

[3] Fiet, N. 2012. Stratigraphical analysis of geological uranium-bearing formations (Central-Muyunkum). Kazakhstan: KATCO.

[4] AREVA. (2014, May). AREVA: World Wide Presence. AREVA IN KAZAKHSTAN. Retrieved 092014, from AREVA: http://www.areva.com/

[5] IRKITBAYEV C (2018). Behavior of resistivity signal (KS) in impermeable facies. KAZAKHSTAN: KATCO

[6] JSC Volkov Geology, (2004, 2008). Uranium deposits of KAZAKHSTAN, KAZAKHSTAN: Almaty

[7] Demehova I, Ibrayeva M. (2017). Repair work on geotechnical wells enterprises ISL uranium. KAZAKHSTAN: Almaty

Жумабаев М. Ж.

Уран кенорының каротажының геофизикалық деректерін интерпретациясы мен керн материалын сәйкестендіру.

Түйіндеме. Аталған тағылымдама Оңтүстік Қазақстан облысының Таукент қаласындағы "КАТКО" БК ЖШС Геовиста және литологияның геофизикалық станциясын зерттеу бойынша өтті. Осы жобаның мақсаты керн негізінде су өткізбейтін аралықтардың жүріс-тұрыс заңдылықтарын зерттеу және көрінетін меншікті кедергінің қисықтарын интерпретациялау бойынша әдістер мен ұсыныстарды әзірлеу болды.

Зерттеу үшін керні бар 30 барлау ұңғымасы пайдаланылды. Статистикалық мәліметтер осы ұңғымалармен салыстырмалы кедергінің көрінетін мәндерінің көмегімен жиналды. Жұмыс нәтижесі бойынша технологиялық ұңғымалар үшін көрінетін меншікті кедергіні интерпретациялау әдісі ұсынылды:

- онда осы аралықтар жатқан су өткізбейтін жыныстарда олардың қалыңдық мен су өткізгіштігінің дәрежесіне байланысты үлестік кедергінің мінез-құлық моделін пайдалану.

Ұсынылған ұсыныстар KATCO инженерлеріне каротажды интерпретациялау кезінде дұрыс шешім қабылдауға көмектеседі.

Түйінді сөздер: жерасты ұңғымалық сілтілеу, уран өндіру, каротаж, Геовиста.

Жумабаев М. Г.

Сопоставление интерпретации геофизических данных каротажа и кернового материала месторождений урана.

Резюме. Данная стажировка проходила в ТОО СП "КАТКО" г. Таукент Южно-Казахстанской области по изучению геофизической станции Геовиста и литологии. Целью данного проекта было изучение закономерностей поведения непроницаемых интервалов на основе керна и разработка методов или рекомендаций по интерпретации кривых кажущегося удельного сопротивления.

Для исследования были использованы 30 разведочных скважин с керном. Статистические данные были собраны этими скважинами с помощью кажущихся значений удельного сопротивления. По результатам работы предложен метод интерпретации кажущегося удельного сопротивления для технологических скважин:

- использование модели поведения удельного сопротивления в непроницаемых породах в зависимости от их мощности и степени проницаемости песка, в которых эти интервалы залегают.

Предложенные рекомендации помогут инженерам KATCO принимать правильные решения при интерпретации каротажа.

Ключевые слова: подземное скважинное выщелачивание, добыча урана, каротаж, Геовиста.

D. Amangeldina
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
Diko2030@mail.ru)

COAL BED METHANE METHODS PRODUCTION

Abstract. Coalbed methane developed from a security hazard in coal mines to an unconventional gas reservoir within the last quarter of the twentieth century. Coal is that the most abounding and economical fuel within the world nowadays. Over the past 250 years, it's vie an important role within the growth and stability of the planet economy. Total minable reserves of coal are calculable at one trillion tons (to a depth of 1km) whereas the calculable reserve to a depth of three km ranges from 17 to 30 trillion tons. Coal bed methane (CBM) and coal are syngenetic in origin. The coal seams (minable and nonminable) are a reserve for large quantities of methane. Seventy countries round theworld mine nearly 8000 million plenty of coal and manufacture one TCF of CBM each year. At this rate, coal and CBM are probably to stay a dominant source of energy during this and also the next century.

A review of modern methods of production and the intensification of the gas recovery of coalbed methane, the main directions of processing and utilization of methane.

Key words: Coalbed methane, Porosity, Hydraulic fracturing.

Introduction

CBM was a nemesis for mining from the terribly starting. As coal is mined , methane is released in mine air. Methane becomes explosive once mixed with air within the vary four 5–15% by volume. The history of coal mining round the world is replete with mine disasters once the methane air mixture exploded. It's calculable that concerning 8000 folks died within the U.S.A. alone range of fatalities is way higher for several different countries. Efforts to mitigate this disaster started in Europe via gob gas drainage with cross-measure boreholes however serious efforts to take away the seam before mining and post mining began within the U.S.A. solely within the 1970s. The industry and also the erstwhile U.S.A. Bureau of Mines usually pooled their resources to form the mines a safer place to figure and boost the productivity in addition. Major achievements are as follows:

1. In-mine horizontal drilling (1974–1980). The drilling rig and the instrumesystem can drill up to 1 km long boreholes in 1-2 m thick coal seams and degas the coal prior to mining.

2. Vertical gob wells over mined out areas (1975–1983). The European cross-measure boreholes could not cope with the highly productive US longwall faces with their fast rate of mining and consequent high volumes of methane emissions. Vertical gob wells drilled over the longwall gobs with blowers could capture 70–80% of the total emissions allowing very high rate of mining and productivities of 70–80 tons/man-day.

3. Massive hydraulic fracturing of coal seams (1984–1994). This technique allowed degasification of deeper coal seams and gave rise to commercial exploitation of CBM.

4. Horizontal boreholes drilled from surface (2001–2010). With the event of recentinstrumentations that monitored the drilling bit whereas drilling, it became potential to drill 1-2 metric linear unit long horizontal boreholes in coal seams from surface. whereasthis method is applicable to coal seams in the least depth, it's significantly suited to terribly deep, thick, and gassy coal seams.

CBM Availability and production.

Many coal basins worldwide contain economic quantities of CBM. Current estimates of total global CBM resources are estimated to be within a range of 113 to 184 Tm3, of which a total of 42 Tm3 is recoverable. The largest CBM resources are located in Russia, United States of America, China, Canada, Australia, Indonesia, Poland, Germany and France (fig. 1). The United States is a leader in CBM production and CBM has been an important energy fuel for more than 20 years. US coal basins contain 4.47 Tm3 estimated recoverable resources and 0.49 Tm3 proven reserves.

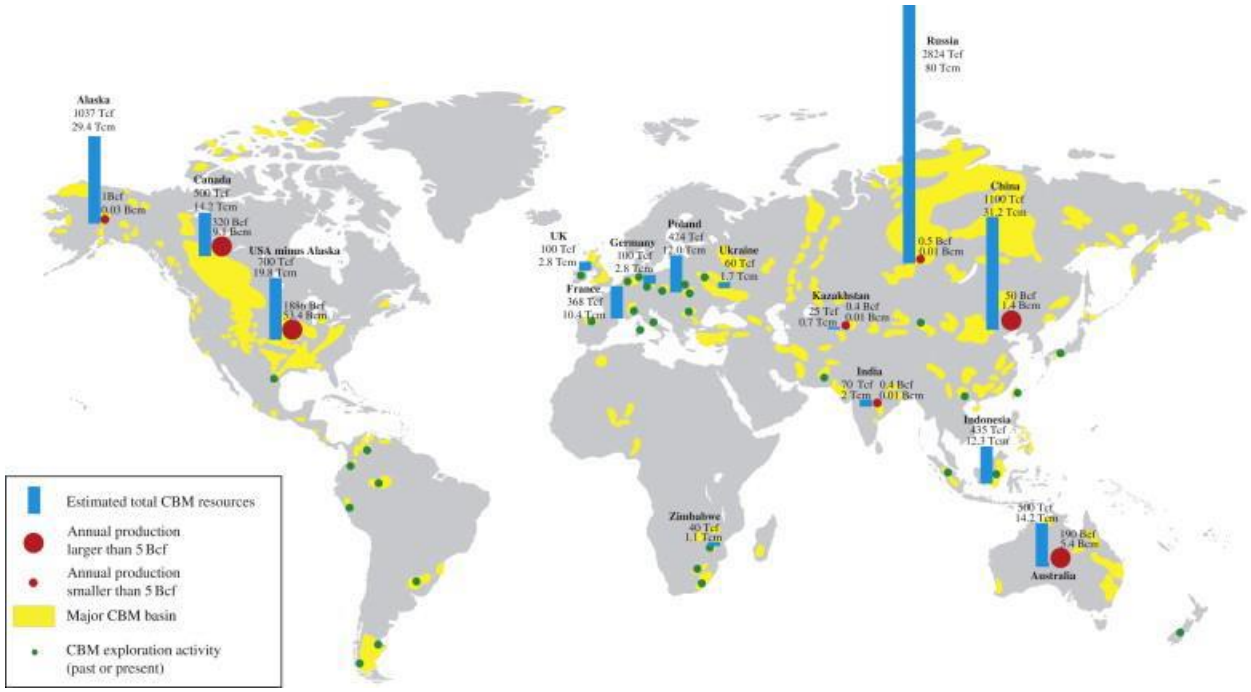


Figure 1. CBM Reserve and production

Desorption, Coalification and Dewatering

CBM reservoirs are totally different from conventional reservoirs in a very range of how, however the first variations are water production and gas-storage mechanism. Hydrocarbon storage capability in most oil and gas reservoirs is expounded to porosity as a result of gas is unfree and keep within the pore systems of the matrix. Coals have moderate intrinsic porosity, nonetheless they will store up to 6 times additional gas than identical volume of sandstone at an identical pressure. Gas-storage capability is set primarily by a coal's rank. Higher-rank coals bituminous and anthracite have the greatest potential for gas storage (below). However, high gas storage capability isn't needed for productive business operations. gas is generated in low-rank coals by microbial activity and in higher-rank coals throughout thermal maturation of their organic compounds. Once generated, the gas is adsorbate, or certain by weak intermolecular attractions van der Waals forces to the organic CBM methods production materials that form up the coal. Storage capability in coal is expounded to the pressure and adsorbate gas content normally represented by the langmuir activity isotherm measured from crushed coal samples (fig. 2). Massive volumes of keep gas are attainable as a result of the internal surface area of the micro porosity wherever the gas is adsorbate is extremely large.

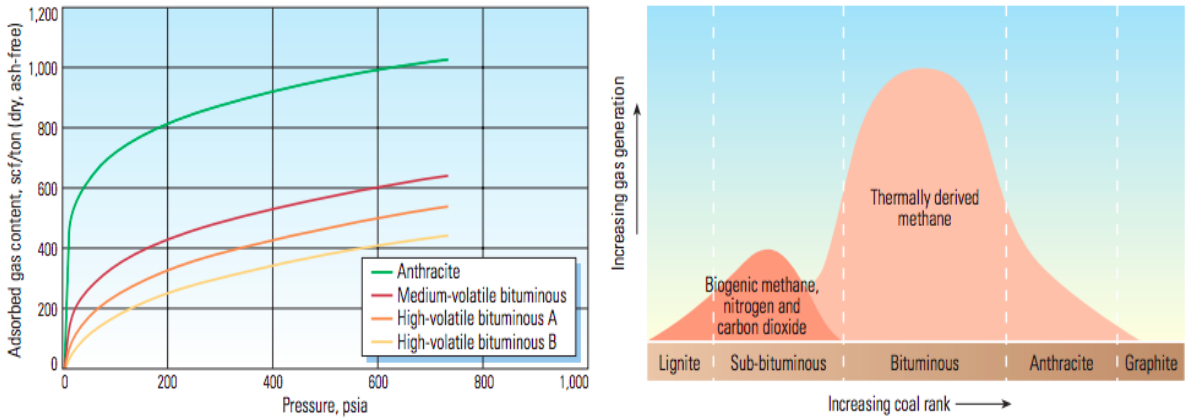


Figure 2. Storage capacity, coal rank and methane generation

Hydraulic Fracturing

Early CBM projects started where coal thickness and permeability used cavitation as a stimulation method. As the coals became thinner or permeability dropped, openhole treatments needed to be stimulated with hydraulic fracturing. Hydraulic fracturing, developed in the conventional oil and gas industry, improved the dewatering process allowing quicker methane desorption, and leading to higher production rates and improved project economics. Gains were seen, but need for better control of the treatments pushed operators to cased hole completions and the ability to access a greater number of the thinner, lower perm CBM methods production coals. Hydraulic fracturing of coal required solutions for fines control, fluid compatibilities, and the unique geometries developed while treating.

Frac Fluids Fracturing fluid selection should be determined based on compat- ibility with the formation and consideration of the in situ permeability of the specific formation that is being stimulated. Moderate and high permeability wells need only to bypass damage from drilling operations to connect with the wellbore.

Water. Coal seams that seem water saturated could best be stirred with a water-based system that contains no additives apart from salts (potassium chloride or metallic element chloride), scale matter, and bactericide. For searching wells, this can be very true because the operator strives to see gas productive potential supported initial core work. Water and sand fracs might not offer the optimum stimulation or sand placement, however they're sometimes the smallest amount costly thanks to offer some stimulation of the bed while not introducing alternative "damage" factors like gels or chemicals. because the operator moves from exploration to development, differing types of jobs ought to be evaluated to see the optimum.

Slick Water. Reducing pipe-friction losses to deliver more fracturing rate into the formation can be done by adding friction reducing (FR) polymer (typically polyacrylamide) to water to make it "slick". Normal concentrations are 0.5–1gal/Mgal depending on the amount of friction reduction required. This will reduce the hydraulic horsepower requirements on location, minimizing the surface equipment footprint. The fluid viscosity will still be low so sand transport is poor. This type of fluid is used in shale fracs to generate complex fracture geometry. In addition to scale inhibitor and bactericide, breaker for the polymer is added to aid in removal.

Gelled water. Increasing viscosity with guar, hydroxypropyl guar, or hydroxyethyl cellulose polymers becomes a trade-off between damaging the coal and generating the fracture width to allow proppant placement. The polymer will form a filter cake, which will suppress fluid leakoff and extend the dimensions of the fracture. Friction reduction occurs when these polymers are added to water so horsepower requirements are lowered. Sand transport improves, although suspending it over thick intervals is an issue. Limiting the polymer concentration to 10–20lb/ Mgal has improved the cleanup/regain permeability. Enzyme break- ers are very efficient at destroying the polymer at low temperatures. Oxidizer breakers require a catalyst to be effective in the temperature range of most coals (<120 °F). This system is good for fair permeability coals and where height growth might be an issue with more viscous fluids. In some instances, small amounts of gel (3–10 lb/Mgal) have been used to provide slickwater fluids similar to the FR polymers.

Cross-linked gelled water. As permeability and/or thickness increase, more viscous fluids are needed to control fluid loss, generate height, transport greater concentrations of proppant, and leave it suspended across the entire CBM methods production thickness. Without adding any additional polymer to the base fluid, a cross- linking agent can be added to bind the polymer strands together and give an apparent viscosity 200–300 times higher than the base fluid. Borate-cross-link systems are the preferred cross-link fluid as they are pH reversible—when the pH drops below 8, they "unlink" back to base-gel viscosity, which is reduced by enzyme breaker to water. They will "reheal" after shear thinning in small tubulars or through perforations and recover their viscosity profile. Low-gel borate (LGB) systems have been used in all parts of the world to aid in job placement, and should be considered the fluid of choice in high-permeability wells. When coupled with the SMA coating on the proppant, an opera- tor in the San Juan Basin created $720,000 of economic value per year (Rodgers, 2007).

Hybrid cross-linked gelled water. Pressurizing a coal seam with water (or slickwater) before pumping the main stages of the frac design have shown to be beneficial in frac fluid cleanup (Rodgers, 2007). The thin water prepad can condition the cleat system with treatment fluid containing scale inhibitor, breaker, iron control, and bactericide. The LGB system that follows develops width and places and suspends the proppant. When the job is done and the cross-link is broken, the nongelled prepad fluid provides energy to flush gel residue out of the cleats and back to surface.

Nitrogen foams. Nitrogen foams are an excellent way to remove 50–80% of the treat- ment fluid from the process. A gelled water system is pumped that con- tains a foaming surfactant. When nitrogen is added at quantities above 60% and below 95%, stable foam can be generated that have viscosities equivalent to cross-linked fluids such that proppant can be placed and suspended. Fluid loss is excellent for low to moderate permeabilities as the nitrogen

bubbles act to impede fluid loss to the cleat system. After a period of time, the foam dissipates and the base fluid will be carried back out of the well in the nitrogen stream. Foams improve relative permeability to gas since they are 60–90% gas themselves. Less fluid is required to do the job and dispose of later and 70% quality nitrogen foams are the predominant treating fluid for the Central Appalachian CBM completions.

Nitrogen Gas. A few CBM reservoirs such as the Horseshoe Canyon in Canada con- tain “dry gas” meaning the cleats do not contain any water to produce before gas desorption can take place. In this type of reservoir, nitrogen gas is the preferred treating fluid. In some instances, a small amount of carbon dioxide may be injected with it to remove any residual liquids. Systems have been developed that are made up of 95%–98% nitrogen that can still carry proppant to stimulate these “exception” reservoirs. Fracturing with straight-nitrogen systems in water-saturated coals has not provided the benefit of foams or other fluid systems.

CONCLUSION

More than 40 countries worldwide have initiated some CBM-related activity, out of which about 20 have either current or past CBM drilling programmes. Candidate coalbeds must be targeted, and the potential meth- ane resource must be determined for each bed. The feasibility of drilling CO2 injection wells and methane recovery wells must be determined for each targeted bed. All environmental factors must be considered, includ- ing surface land use and water quality. Cost of production is a paramount consideration. Time frames must be established. Properly developing our CBM resource can provide more clean energy, reduce our greenhouse gas contribution, and maintain a safe mining envronment. Today, the “miner’s curse” that haunted many coal mines has become an economic asset for our economy.

REFERENCES

[1] Ayoub J. L. C., Hinkel J., Johnston D., Levine J., Learning to Produce coalbed methane. Oilfield Review, January 1991; p. 27 – 40.

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Coalbed_methane_in_the_United_State

[3] Mastalerz M., Future Energy: Improved, Sustainable and Clean Options for our Planet 2014 (2nd Edition), p. 145-158.

[4] Current and Evolving Issues Pertaining to Produced Water and the Ongoing Development of Coal Bed Methane.

[5] https://en.wikipedia.org/wiki/Drainage

[6] Hudges B. D., Logan T.L., How to desing a Coalbed Methane well, Petroleum Engineer International 5, no. 62 (May 1990), p. 16 – 20.

[7] Coil D., Lester E., Higman H. B., Coalbed Methane, Creative Commons Attribution Non Commercial, November 2015.

[8] James C. Cobb, Coalbed Methane. Fact sheet No. 02, July 2003.

[9] U.S. Environmental Protection Agency Office of Water (4303T), Coalbed Methane Extraction: Detailed Study Report. December 2010

Амангелдина Д.

Метан көмір қабаттарының өндірісі

Резюме. Көмір қабаты метаны - бұл таза энергия тасымалдаушыға айналып келе жатқан ресурс және оның технологиясы - ғаламдық ауқымда шындық.

Көмір қабаттарынан метан алу инновациялық жоба болып табылады және республикалық маңызы бар. Ресейдің жетекші көмір өндіретін аймағында - Кузбасста көмірлі метанды өнеркәсіптік өндіру көмірді жер асты өндірісінің қауіпсіздігін арттыруға, одан әрі әлеуметтік-экономикалық даму үшін неғұрлым сенімді энергетикалық база мен инфрақұрылым құруға мүмкіндік беретін жаңа газ секторының құрылысын көрсетеді. және аймақтағы экологиялық жағдайды жақсарту.

Түйінді сөздер: Көміртекті метан, кеуектілік, гидравликалық өңдеу.

Амангелдина Д.

Производство метановых угольных пластов

Резюме. Метан угольных пластов - это ресурс, который становиться все более значимым чистым энерго-носителем, а технологии его - реальностью в гло-бальном масштабе.

Добыча метана из угольных пластов является инновационным проектом и имеет общегосудар-ственное значение. Промышленная добыча метана угольных пластов в ведущем угледобывающем регионе России - Кузбассе свидетельствует о со-здании новой газовой подотрасли, которая позво-ляет повысить безопасность подземной добычи угля, создать более надежную энергетическую базу и инфраструктуру для дальнейшего социаль-но-экономического развития, дополнительные рабочие места и улучшить экологическую обста-новку в регионе.

Ключевые слова:. Угольный метан, пористость, гидравлическая обработка.

УДК 621.313.17

A.D. Mekhtiyev, V.V. Yugai, A.D. Al'kina, R.A. Mekhtiyev
([1]Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
E-mail:newneil@mail.ru)

IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF THE AUTONOMOUS THERMAL POWER PLANT BASED ON STIRLING ENGINE BY CHANGING OF DESIGN

Abstract. A micro power plant with an external heat supply engine will generate electricity for the company's own needs, using the thermal losses of coke production. The basis of the micro thermal power plant is an engine with an external supply of heat, working on the principle of Stirling. In our work we take into account the positive results, experience and achievements of foreign scientists to create their own design. The article presents some results of studies on the efficiency of the engine with external heat supply.

Keywords: Thermal power plant, Stirling engine, cogeneration, electric energy, thermal energy, integrated production, heat engine.

А.Д. Мехтиев, В.В. Югай,А.Д. Алькина, Р.А. Мехтиев
([1]Карагандинский государственный технический университет. Караганда, Республика Казахстан
E-mail:newneil@mail.ru)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОНОМНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. Микро электростанция с двигателем с внешним подводом теплоты будет вырабатывать электрическую энергию для собственных нужд предприятия, используя тепловые потери коксового производства. Основой микро тепловой электростанции является двигатель с внешним подводом теплоты, работающий по принципу Стирлинга. В своей работе мы учитываем положительные результаты, опыт и достижения зарубежных ученых, для создания собственной конструкции. В статье приведены некоторые результаты исследований по эффективности работы двигателя с внешним подводом теплоты.

Ключевые слова: Тепловая электростанция, двигатель Стирлинга, когенерация, электрическая энергии, тепловая энергия, комплексное производство, тепловой двигатель.

Двигатель Стирлинга известен уже более 200 лет, а точнее изобретен в 1816 году (в 1817 году запатентован), этот металлоёмкий двигатель весил больше тонны и развивал мощность около 1 кВт, его реальный КПД составлял 4%, так как был не герметичен и не имел эффективного регенератора. Его основными достоинствами были простота и безопасность, в отличии от паровой машины. Созданный как альтернатива паровой машине он уже второе столетие конструктивно совершенствуется. Позднее Стирлинг в 1832 году запатентовал двигатель с закрытым циклом и предложил использовать регенератор, некий аккумулятор тепла, который накапливал и отдавал рабочему телу тепловую энергию при различных частях термодинамического цикла [1]. Модернизация позволила уменьшить вес и добиться КПД в 10%. Начался бум развития двигателя Стирлинга и до конца 20-го века были разработаны десятки различных модификаций, которые были поставлены в основном в США и некоторые из которых работают и по сей день. Их вес стал меньше, а КПД поднялось до 10% [2]. Но машина Стирлинга была вытеснена с рынка в начале паровой машиной, затем паровой турбиной, и двигателями внутреннего сгорания, двигателем Дизеля. Новые машины за счет повышенного давления в рабочей полости (в цилиндрах и камерах) имели лучше показатель «вес/габарит/мощность». С развитием ДВС и электромоторов в начале 20 века к нему полностью пропал интерес и снова проснулся у инженеров в 50 - 60 годах прошлого века, его разработки продолжаются по сей день. Разработаны множество модификаций двигатели с внешним подводом теплоты работающий по циклу Стирлинга с участием зарубежных фирм Philips, STM Inc., Daimier Benz, Solo, United Stirling [2]. Особенных успехов добилась фирма Philips производившая компактные электрогенераторы на основе двигателя с внешним подводом теплоты работающий по циклу Стирлинга с КПД около 40 %, что пока не достижимо для современного ДВС [3]. Особенно хочется отметить свободно поршневые и термоакустические тепловые двигатели, которые могут оказать серьезную конкуренцию современным ДВС. Данный тип

двигателя используется для привода автономных электрических генераторов и когенерационных электростанций способных комплексно производить электрическую и тепловую энергию [4].

Нашей задачей является создание отечественной альтернативной автономной энергетической установки когенерационного типа способной на месте вырабатывать электрическую и тепловую энергию в комплексе, без транспортных потерь, при этом электростанция должна функционировать на местном низкокалорийном топливе. Необходимо полностью исключить использование дизельного топлива, угля, мазута и другого привозного топлива, которое не позволяет добиться низкой стоимости произведенной энергии. Немаловажную роль играет отопление жилых и производственных помещений. Комплексное производство электрической энергии на месте ее потребления в том объеме, которое нужно потребителю, сделает весьма рентабельным использование микротепловой электростанции на селе. В отличии от типовой котельной, микротепловая электростанция (МТЭС) производит не только электрическую энергию, но и тепловую, что позволяет сделать сельского потребителя независимым, а также даст ему возможность избавиться от проблемы постоянного роста тарифов и перебоев в электроснабжении. При этом КПД может достигать более 80%, например, расчетный КПД тепловой угольной электростанции (КЭС) составляет около 30-34%, а при наличии теплоцентрали (ТЭЦ) – до 80%, но если учитывать потери при транспортировке, то реальный КПД ТЭЦ составляет не более 50% [5]. Соответственно МТЭС может эффективно работать по энергообеспечению объекта с небольшой потребляемой мощностью от 1 до 100 кВт, без транспортных потерь и функционируя на доступном в регионе топливе. В том числе сжигая низкокалорийные отходы, полученные при производстве сельскохозяйственной продукции. Например: древесные отходы, бытовые отходы пищевых производств, биогаз от животноводческих и солома от растениеводческих комплексов. Снижение стоимости энергии позволит снизить себестоимость производства и дать развитие агропромышленному комплексу. Должны быть досконально учтены все местные особенности. Возможно использование МТЭС на угле или других древесных горючих материалах, добываемых буквально своими руками [5].

В результате проведенного анализа можно сформировать ряд преимуществ использования когенерационных МТЭС с двигателями внешнего сгорания на местном топливе в сельской местности Республики Казахстан, для энергообеспечения автономных потребителей:

- независимость от цены на углеводородное топливо, а также отказ от затрат на его хранение и транспортировку. Значительное сокращение расходов региональных бюджетов на закупку привозного топлива;
- многотопливность и использование доступного топлива для данной местности, а также перспектива создания предприятий по его переработке;
- отказ от прокладки электрических линий и затрат, связанных с их обслуживанием;
- стоимость 1 кВт/ч производимой электроэнергии с помощью когенерационной установки будет составлять от 3 до 5 тенге, что в 2–3 раза дешевле существующих тарифов;
- примерно в 2 раза увеличивается ресурс преобразователя прямого цикла когенерационной установки, по сравнению с ДВС;
- при сгорании топлива содержание CO_2 в отработанных газах в 3 раза ниже, чем у ДВС и значительно ниже содержание оксида азота и метана, высокие экологические показатели Евро – 5 и выше, что соответствует самым жестким мировым экологическим стандартам;
- срок окупаемости когенерационных установок 2 - 3 года;
- оригинальное конструктивное решение позволяет добиться комплексного КПД более 80 % (электричество + тепло).

Используя уже известные конструкции и решения, мы разработали свой лабораторный образец классического двигателя с внешним подводом теплоты (ДВПТ) типа «Гамма» [1]. Для его изготовления нами разработана конструкторская документация с комплектом чертежей. Внешний вид лабораторного образца приведен на рисунке 1. Основные части изготовлены из дюралюминия марки Д-16, кроме нагревателя, вытеснителя и маховика. В классическую конструкцию были внесены ряд изменений, повышающих его эффективность, например, рабочий поршень выполнен из фторопласта, что снижает сухое трение в рабочем цилиндре. Это позволило сократить механические потери на трение и повысить мощность с 20 Вт до 80 Вт. Нагрев осуществлялся газовой горелкой мощностью около 3 кВт. Для охлаждения использовался принудительный обдув вентилятором мощностью 20 Вт, так как естественное охлаждение не позволяет достичь мощности 80 Вт.

Основные технические характеристики лабораторного образцаДВПТ:

–механическая мощность до 80 Вт;

– частота вращения, 300-1500 об/мин;
– рабочее тело воздух;
– давление рабочего тела в цилиндре не более 0,3 МПа;
– система охлаждения воздушная;
– температура пламени газовой горелки до 900^0 С;
– температура воздуха в помещении 23^0 С;



Рис. 1. Внешний вид лабораторного образца

Использование вентилятора приводит к затратам энергии на охлаждение, но зато резко повышает мощность, за счет увеличения числа оборотов маховика.

На рисунках 2 и 3 приведены некоторые результаты проведённых экспериментов и компьютерного моделирования режимов работы лабораторного образца. Нужно отметить, что для данного типа тепловых двигателей важно более лучшее охлаждение чем нагревание рабочего тела во внутренней полости сжатия и расширения. Второе, нужно обязательно использовать принудительную систему охлаждения внешним обдувом воздуха холодильника (охладителя), а также рабочего цилиндра. Значительный эффект повышения мощности достигается при охлаждении водой или антифризом. Достижение значительной разницы между холодильником и нагревателем позволяет существенно повысить мощность теплового двигателя.

Эксперимент 1. Температура нагревателя 700 $С^0$, температура холодильника, 0-60 $С^0$, диаметр поршня 50 мм, диаметр вытеснителя 50 мм, ход поршня 100 мм, смещение фазы поршня и вытеснителя -110^0. Начальные условия эксперимента, температура холодильника 0 $С^0$, лабораторный образец был первоначально охлажден до -6 $С^0$.

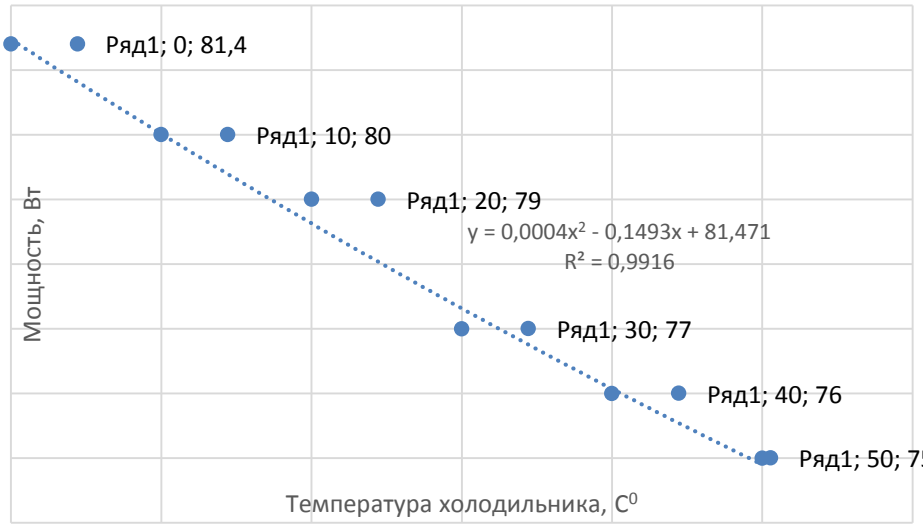


Рис. 2. Зависимость мощности лабораторного образца от изменения температуры

Эксперимент 2. Температура нагревателя 650 - 700 C^0, температура холодильника 50 C^0, диаметр поршня 50 мм, диаметр вытеснителя 50 мм ход поршня 100 мм, смещение фазы поршня и вытеснителя -110^0.

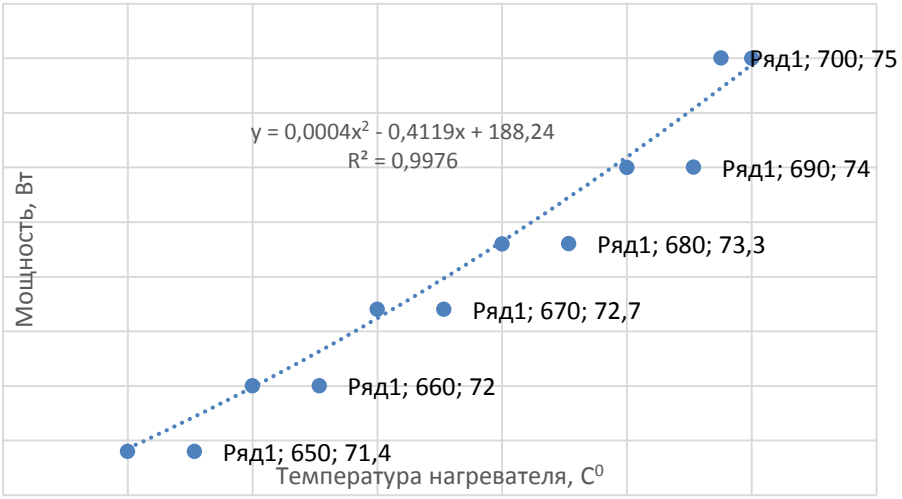


Рис. 3. Результат натурных исследований при изменении температуры нагревателя от 650 до 700 C^0

Важным условием для достижения высокого КПД двигателя является обеспечение эффективного нагрева и охлаждения рабочего тела. В дальнейшей работе мы постараемся спроектировать нагреватель таким образом, чтобы он обеспечивал максимальный и быстрый нагрев и охлаждение рабочего тела. В исследуемой модели нет регенератора, что снижает его КПД до 3 раз, естественно в будущей конструкции мы это важное обстоятельство учтем. Система охлаждения должна быть с принудительной циркуляцией автомобильного антифриза, что позволит получить большую разницу температур на нагревателе и охладителе, чем большая разница температур горячего и холодного цилиндров, тем выше КПД. В нашем эксперименте участвует модель с естественным воздушным охлаждением, но если на охладитель поместить смоченную в воде кусочек ткани, то охлаждение рабочего тела резко улучшается, при этом повышается мощность двигателя и число оборотов в минуту.

Проведенные нами исследования позволяют начать работу над усовершенствованием данного теплового типа, что позволит использовать его в МТЭС. Предлагается следующий вариант ДВПТ: важным отличием от описанного выше лабораторного образца, является обязательное использование жидкостного охлаждения и наличие второго рабочего цилиндра, это позволит повысить мощность теплового двигателя и обеспечить его самозапуск. Работа двигателя осуществляется следующим образом (рисунок 4). Пламя горелки (15) нагревает рабочее тело внутри цилиндров (2) и (2'), находящееся внутри полости (9) и тепловых трубок (14), желательно что бы пламя находилось внутри теплообменного контура из тепловых трубок (14). Это позволяет достичь максимального КПД двигателя и сократить потери тепловой энергии. Недостатком прототипа является необходимость ручного запуска путем проворачивания маховика. В предложенной конструкции в этом необходимости нет, так как поршня сдвинуты на угол 180^0 и работают в противофазе, поэтому двигатель запускается после прогрева самостоятельно. Для этого, обязательным условием является, что шток цилиндра (2) находиться в точке А, а шток цилиндра (2') должен находиться в точке Б и наоборот при смене положения штоков, когда меняется положение поршней (2) и (2'). В момент нахождения поршня (6) в верхней мертвой точке, большая часть рабочего тела (воздух) находиться в горячей полости (9), при этом температура и давление рабочего тела минимальные. Рабочее тело нагревается (расширяется) и поршень (5) двигается к нижней мертвой точке, при этом поршень (6) перемешается в верхнею мёртвую точку. Происходят сжатие рабочего тела и его перекачка из полости (8), через магистраль (10) обратно в полость (7), при этом давление рабочего тела увеличивается. Для отвода теплоты осуществляется в системе жидкостного охлаждения (13) постоянная циркуляция охлаждающей жидкости, обеспечивающий хороший отвод теплоты от рабочего тела. Дополнительный пластинчатый регенератор (19) установленный на магистрали (10) позволяет эффективно охладить рабочее тело и добиться максимально возможной для данной конструкции двигателя разницы температур между

горячим и холодным цилиндрами, а это повышает КПД двигателя примерно на 5-7%. Охлаждение обеспечивается также за счет пластин станины (1), на которой крепиться кривошипно – шатунный механизм (4) и (4'). При перемещении рабочего тела из полости (8) в полость (7) оно через регенератор (11) начинает перемещаться в горячую полость (9). Регенератором является щелевой зазор (11) находящийся между поршнем (5) и цилиндром (2), который заполнен набивкой регенератора. Регенератор выполнен из металлической проволоки и размещается между стенками поршня (5) и цилиндра (2). Проходя через регенератор (11), рабочее тело отбирает теплоту от набивки и затем начинает отбирать теплоту от нагревателя (14) и крышкой (12) сферической формы и стенки цилиндра (2). Внешний источник тепла (пламя горелки 15) нагревает рабочее тело в нижней части теплообменной стенки (12) цилиндра (2), в этой части крепиться тепловые трубки (14). Рабочее тело от нагревания расширяется и толкает поршень (5) вверх и шток, соответственно к верхней точке А. При этом двигается на оси вращения маховик. Именно движение штоков (20) и (20') вверх и вниз от точки А и возврат к точке Б позволяет вращать маховик. Когда поршень (6) находиться в верхней мертвой точке, основная масса рабочего тела находиться в горячей полости (9). Температура и давление рабочего тела максимальны, процесс сжатия заканчивается, и начинается процесс расширения. Поршень – вытеснитель (5) работы не производит, из-за того, что на его обе части действует одинаковое давление. Вся работа производит поршнем (6), который начинает свое движение в нижнюю мертвую точку, в этот момент поршень - вытеснитель (5) не достигает нижней мертвой точки, рабочее тело частично переталкивается в полость (8), а частично в полость (7). При движении поршня-вытеснителя (5) от нижней мертвой точки к верхней мертвой точке происходит процесс вытеснения тела из полости (9) через регенератор (11) в холодную полость (7). Проходя через регенератор (11), рабочее тело отдает часть своей теплоты в набивку регенератора и попадая в полость (7). Теплота начинает поглощаться охладителем (13) и регенератором (18). Для повышения эффективности работы системы охлаждения используется помпа (насос, приводимый в действие собственным электродвигателем). Помпа (16) приводиться в движение собственным электромотором мощностью от 40 до 100 Вт и обеспечивает циркуляцию жидкости в контуре охладителя 13. При мощности генератора до 3 кВт, помпа (16) может отсутствовать и используется гравитационное охлаждение без принудительной циркуляции. В качестве охлаждающей жидкости используется автомобильный антифриз. Рекуперация тепла осуществляется в теплообменнике (17), к которому подключена теплоснабжающая магистраль. Когда поршень (6) достигнет своей нижней мертвой точки, процесс расширения заканчивается, и снова начинается процесс сжатия, что является новым повторение цикла. Данный двигатель работает по известному физическому закону цикла Стирлинга, который состоит из четырёх фаз и разделён двумя переходными фазами: нагрев, расширение, переход к источнику холода, охлаждение, сжатие и переход к источнику тепла. Таким образом, при переходе от тёплого источника к холодному источнику происходит расширение и сжатие газа, находящегося в цилиндре.

Электрический трех фазный синхронный генератор (18) соединен с валом кривошипно – шатунного механизма на прямую, на маховике (21) находятся постоянные магниты (22), а обмотки (23) расположены неподвижно в корпусе статора генератора (18). При вращении маховика (21) мазниты (22) пересекают катушки (23), в которых вырабатывается электрический ток. При мощности генератора до 3 кВт он может быть выполнен однофазным.

Опытный образец был изготовлен и испытан в Карагандинском государственном техническом университете в рамках проекта «Микро тепловая электростанция когерационного типа с рекуперацией тепла» (№ AP05131751).

Важным моментом повышения мощности ДВПТ является сокращение механических потерь на трение, повышение давления во внутренней полости рабочего цилиндра и эффективная работа системы охлаждения. В данном тепловом двигателе возможнакогенерации с рекуперацией тепла, это позволяет комплексно производить два вида энергии, тепловую и электрическую. Электрический ток от генератора передается потребителю по проводам, а тепловая энергия по трубопроводам автономной системы отопления здания. Высокие технико-экономическиеи экологические показателиДВПТпозволяют использовать его для автономных МТЭС, добиться комплексного КПД около 80%, а в случае производства только электрической энергии, без тепловой,возможно достижение КПД до 40%.

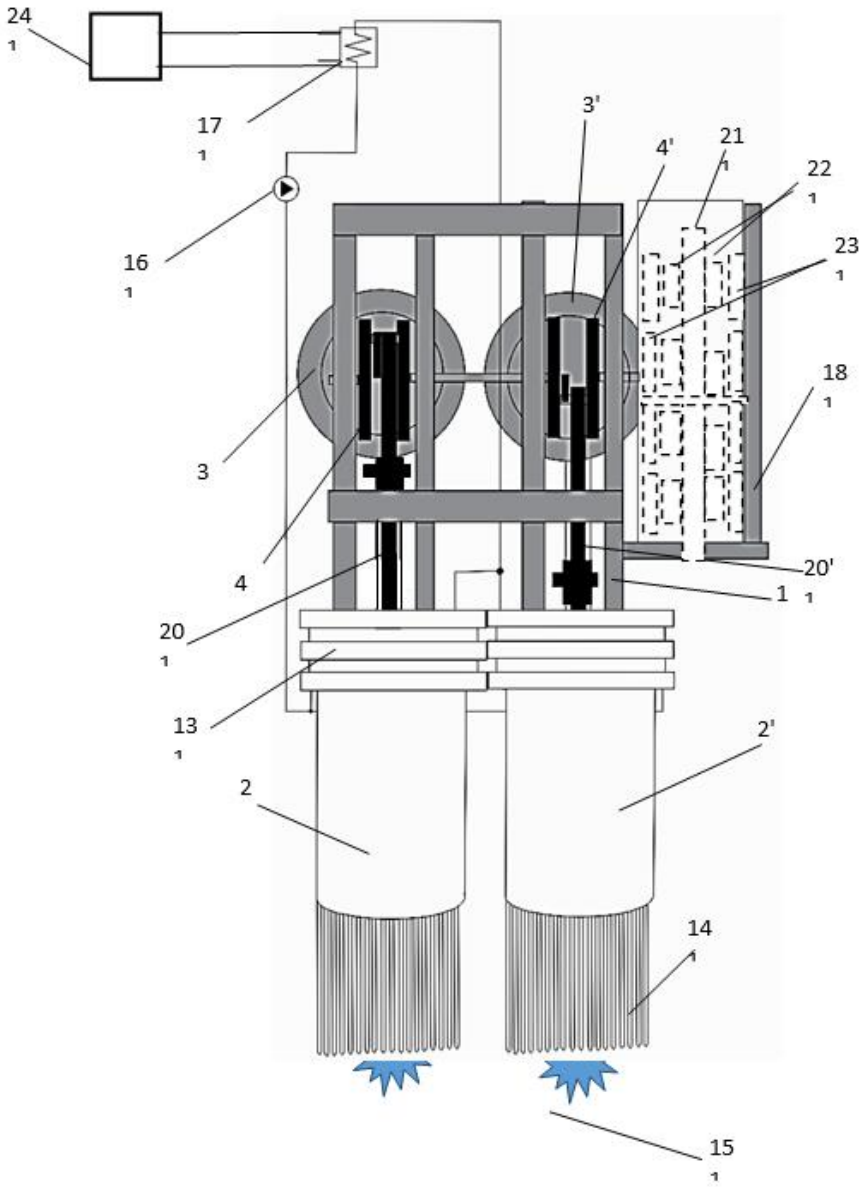


Рис. 4. Расположение цилиндров и электрического генератора (вид с боку) двигателя с внешним подводом теплоты когенерационного типа с рекуперацией тепла.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Г. Уокер. Двигатели Стирлинга / Пер. с англ. - М.: Мир, 1985.— 408 с

[2] В.С.Трухов, И.А.Турсунбаев, Е.П.Орда, А.И.Лежебоков, А.П.Коробков, Д.Н.Масленников, Йе Хонг, Ван Джун Разработка экспериментального двигателя стирлинга с газовой горелкой для автономной энергетической установки. Конференция посвященная к 60-летию со дня образования ФТИ АН РУз г. Ташкент, 27 - 28 ноября 2003 г.

[3] Langlois, Justin L. R. Dynamic computer model of a Stirling space nuclear power system. Trident Scholar project report no. 345.–Annapolis: US Naval Academy, 2006.

[4] Светлов В. А., Ефимов С. И., Иващенко Н. А., Сячинов А. В. Методика определения параметров теплообмена во внутреннем контуре двигателя Стирлинга// “Двигатель — 97”. Материалы международной научно-технической конференци. — М.: Изд. МГТУ. — 1997.

[5] Веревкин М. Г. Метод комплексного теплового и конструкторского расчета термомеханического генератора // Известия ВУЗов. Машиностроение, 2004. —№ 10. -С.33–37.

Мехтиев А.Д., Югай В.В., Алькина А.Д., Мехтиев Р.А.

Стерлинг қозғалтқышы негізінде автономды жылу электр станциясы жұмысының тиімділігін оның құрылымын өзгерту есебінен арттыру

Түйіндеме. Сыртқы жылу қабылдайтын қозғалтқышы бар микро электр станциясы кокс өндірісінің жылу шығындарын пайдалана отырып, кәсіпорынның өз қажеттіліктері үшін электр энергиясын өндіретін болады.

Микро жылу электр станциясының негізі - Стирлинг принципі бойынша жұмыс істейтін сыртқы жылу келтіруші қозғалтқыш болып табылады. Өз жұмысымызда біз зертханалық құрылғыны құру үшін шетелдік ғалымдардың оң нәтижелерін, тәжірибесі мен жетістіктерін ескереміз. Мақалада сыртқы жылу беру қозғалтқышының жұмысының тиімділігі бойынша зерттеулердің кейбір нәтижелері келтірілген.

Кілт сөздер: Жылу электр станциясы, Стирлинг қозғалтқышы, когенерация, электр энергиясы, жылу энергиясы, кешенді өндіріс, жылу қозғалтқышы.

УДК 004.7

Zh.R. Umarova, G.Zh. Yelbergenova, Zh.S. Kemelbekova
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: Zhanat-u@mail.ru)

COMPARATIVE ANALYSIS OF NETWORK PRINCIPLES DESIGNING FOR DIGITALIZATION

Abstract. This paper introduces the concept of what the digitalization process is. How is the digitalization of processes achieved. Schemes of the basic principles of digitalization are presented and the basic processes necessary for the implementation of the digitalization process in IT processes are analyzed.

Key words: Digitalization, Networking, Cloud, Big Data, Computerization

Ж.Р. Умарова, Г.Ж. Ельбергенова, Ж.С. Кемельбекова
(Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауезова, Шымкент,
Республика Казахстан, E-mail: Zhanat-u@mail.ru)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. В данной статье приводится понятие, что такое процесс цифровизации. Как достигается дижитализация процессов. Приводятся схемы основных принципов цифровизации и анализируются основные процессы необходимые для внедрения процесса цифровизации в ИТ-процессы.

Ключевые слова: Цифровизация, Сеть, Облачные технологии, Большие данные, Компьютеризация

Введение

"...Цифровизация - переход с аналоговой формы передачи информации на цифровую..."- Академик- словарь.

Сегодня слово цифровизация является неким необходимым атрибутом любого IT продвинутого общества. Это обусловлено тем, что в век цифровых технологий жизнь любого человека очень зависима от этих технологий. Конечно цифровизация не ограничивается только оцифровкой текущих процессов. Это понятие является более глобальным.

Под цифровой трансформацией (цифровизацией, диджитализацией) можно понимать изменение формы бизнеса в условиях цифровой реальности на основе данных. Цифровая трансформация – прежде всего, означает новые бизнес-процессы, организационные структуры, положения, регламенты, новую ответственность за данные, новые ролевые модели.

Цифровая трансформация использует применение технологий, таких как Big Data, интернет вещей, дополненная реальность, блокчейн и так далее. По отношению к цифровой трансформации все компании можно разделить на два сектора: сектор условно виртуальных и сектор условно реальных компаний. Для каждого из сегментов цифровая трансформация будет иметь свои особенности. [1]

Цифровизация (диджитализация), или цифровая трансформация (digital transformation), – это переход на цифровую форму передачи информации; преобразование информации в цифровую форму; переход на цифровой способ связи, записи и передачи данных с помощью цифровых устройств. Именно такие определения цифровизации можно найти в словарях. Цифровизация (цифровая трансформация) – это не какая-то одна конкретная технология, сервис или продукт. В данном случае вернее будет определить ее как подход к использованию цифровых ресурсов для преобразования той или иной работы. Рост компьютеризации и развитие сетей данных приводит к тому, что нужно расширять ключевые компетенции в направлении цифровых преобразований. Цифровизация открывает новые возможности, благодаря которым можно изменить существующие способы разработки и производства. [2]

Введение.

Сегодня цифровизация меняет глобальную бизнес-среду с невиданной скоростью. Преобразование сложившихся рынков и отраслей обычно занимает десятилетия, но такие интернет-компании, как Uber, Google или Amazon, полностью преобразовали свои рынки менее чем за 10 лет. Цифровизация порождает новых победителей и проигравших быстрее, чем предыдущие технологические сдвиги. Аналитические данные демонстрируют, что в 1960 году предприятия в среднем оставались в рейтинге S&P 500 от 50 до 60 лет. К 1980 году этот показатель уменьшился вдвое. С учетом этих тенденций можно предположить, что к 2025 году компании в среднем будут оставаться в индексе по 12 лет. ZK Research прогнозирует обновление 75 % списка в ближайшие 10 лет. Появятся новые лидеры рынка, а существующие гиганты будут бороться за выживание.

Ключевым фактором цифровизации является скорость, так как компаниям нужно действовать быстрее, чем когда-либо. Сегодня стать цифровой организацией должно быть приоритетом каждого руководителя предприятия или ИТ-отдела, так как именно от этого зависит долгосрочный успех компании. Цифровые инициативы реализуются с помощью технологий, однако значительное число руководителей расценивают технологии как главное уязвимое место их организаций. Проведенный PwC в 2015 году 18-й ежегодный опрос руководителей крупнейших компаний мира (Annual Global CEO Survey) показал, что 58 % руководителей были обеспокоены невозможностью достаточно быстрой смены технологий для сохранения конкурентоспособности. По оценкам ZK Research, в 2015 году компании инвестировали 12 млрд долл. США в технологии для расширения возможностей ИТ-инфраструктур и внедрения цифровых технологий. Однако сетям еще есть куда развиваться. Для организаций, которые бы хотели реализовать весь потенциал цифровизации, настало время развивать сетевую инфраструктуру.

Основная часть

Чтобы компания стала цифровой организацией, необходимо тесное сотрудничество ее руководителей и ИТ-отдела. Сегодня цифровизация возможна благодаря тому, что были разработаны и внедрены одновременно несколько технологий, которые создали идеальные условия для развития.

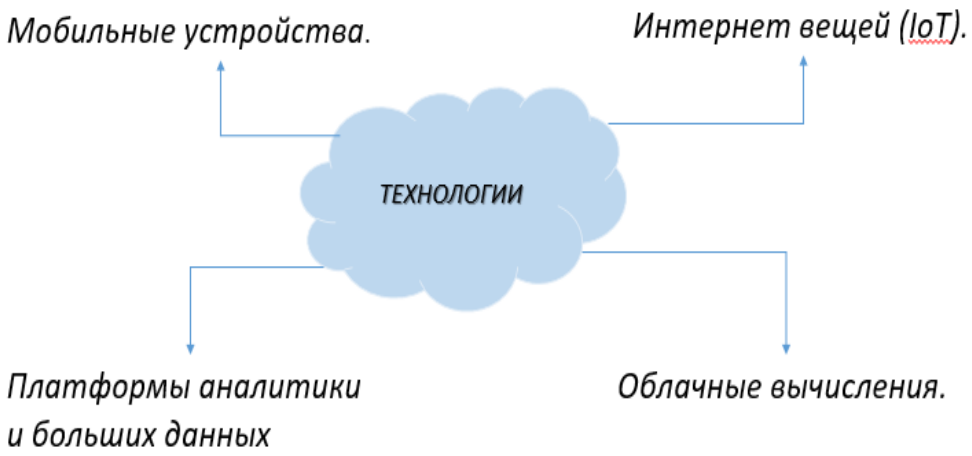


Рис. 1. Технологии, способствующие развитию цифровизации

Как показано на рисунке1, Мобильные устройства, Интернет вещей (IoT), Платформы Больших данных и облачные технологии, все это и является платформой технологий, без которых невозможен процесс цифровизации.

Соответственно, сеть имеет важное значение для реализации цифровизации, поскольку предоставляет следующие возможности:



Рис. 2. Сеть и ее возможности.

Следовательно, как видно из рисунка 2, сеть является основополагающим фактором для процессов Подключения, Автоматизации и Безопасности для реализации цифровизации.

Большинство ИТ-процессов в настоящее время пользуются устаревшей инфраструктурой, создававшейся в то время, когда основной сетевой трафик имел низкий приоритет. Сейчас традиционные сети должны развиваться, так как они имеют ряд ограничений, существенных для работы цифровой организации.

Чтобы сделать сеть платформой цифровизации, ИТ-структуры должны следовать следующим 10 принципам.



Рис. 3. 10 принципов цифровизации.

Как видно из рисунка 3, принципы цифровизации включают в себя следующие понятия: Открытые интерфейсы на основе стандартов, Двухфакторный подход к IT, Упрощение сети, Повышение адаптивности сети, Централизованное управление, Встроенная система безопасности, Использование сетевой аналитики, Использование сети для получения концептуальной информации, Переход на облачные сервисы, Архитектурный подход. Все вышеперечисленные принципы образуют непрерывный подход к цифровизации процессов.

Заключение.

Цифровая эпоха уже наступила, и бизнес меняется быстрее, чем когда-либо раньше. В цифровой экономике скорость — важное конкурентное преимущество. Успешные организации могут адаптироваться к изменениям рынка быстрее конкурентов. Виртуализация, облачные технологии, мобильность и IoT расширяют возможности вычислений и приложений. Однако в большинстве организаций сеть остается

такой же неадаптивной и статической, как и раньше. Большие временные затраты на изменения сети препятствуют успешному развитию бизнеса: цена использования традиционных сетевых технологий и архитектур — упущенные бизнесвозможности. Развертывание адаптивной сети, способной поддержать цифровизацию компании, должно быть приоритетом каждого ИТ процесса. [3]

ЛИТЕРАТУРА

[1] Что такое цифровизация? IT менджмент, 10.12.2018

[2] Урусов А.В., Цифровизация: в мире, в Казахстане, в странах ЕАЭС, Источник: https://gz.mcfr.kz/article/1116-tsifrovizatsiya, 2019

[3] Зевс Керравала, 10 главных принципов построения сети для цифровизации, 2016

Умарова Ж.Р., Ельбергенова Г.Ж., Кемельбекова Ж.С.

Процесстерді цифрлаудың үшін желінің құрылысы принциптерін салыстырмалы талдауы

Түйіндеме. Бұл мақалада цифрландыру процесі деген не деген ұғым ұсынылған. Процестерді цифрландыру қалай қол жеткізілді? Цифрландырудың негізгі принциптерінің схемалары ұсынылған және IT-процестерде цифрландыру процесін жүзеге асыру үшін қажетті негізгі процестер талданады.

Түйінді сөздер: цифрландыру, желі, бұлтты технолгиялар, үлкен деректер, компьютерлендіру

ОӘК 004.424:005.311.6
МРНТИ 50.05.03

[1,3]T.Zh. Kartbayev, [2]V.A. Lakhno, A.A., [1,3]F.U. Malikova, [3]A.A. Turgynbayeva
(Almaty University of Energy and Communications,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
KazNU named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
e-mail: kartbaev_t@mail.ru, aliza1979@mail.ru)

A MEANINGFUL METHOD OF IDENTIFICATION OF OBJECTS OF KNOWLEDGE BASES AND EXPERT SYSTEMS DECISION SUPPORT

Abstract. This article emphasizes the need to take into account the many (tens or hundreds) of interrelated factors that interact interactively with the enterprises of the digitization industry. When solving problems in poorly structured subject areas, the problem of choosing rational investor strategies can be explained by the increased relevance of the subject model to increase the reliability of proposals developed using DSS. An integral part of the DSS is information received from experts in the form of names of objects formulated in a natural language, that is, between these means, in order to adequately register the collective opinion of experts when establishing contacts in the knowledge base of knowledge base and MB, it is important to correspond to the value.

Key words: decision support system, knowledge base, model base, expert system, keywords, objects.

Т.С. Қартбаев, В.А. Лахно, Ф.У. Маликова, А.А. Тұрғынбаева
(Алматы энергетика және байланыс университеті,
Биоресурстар және табиғатты пайдалану ұлттық университеті,
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Казахстан Республикасы.
е-почта:kartbaev_t@mail.ru, aliza1979@mail.ru)

САРАПТАМАЛЫҚ БІЛІМ ҚОРЫ ОБЪЕКТІЛЕРІН ЖӘНЕ ШЕШІМДЕР ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕЛЕРІН МАЗМҰНДЫҚ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ ӘДІСІ

Аңдатпа. Бұл мақалада цифрландыру саласындағы кәсіпорындарға өзара күрделі түрде өзара іс-қимыл жасайтын көптеген (ондаған немесе жүздеген) өзара байланысты факторларды есепке алу қажеттілігі көрсетілген. Әлсіз құрылымдалған пәндік салалардағы есептерді шешу кезінде, инвестордың ұтымды стратегияларын таңдау міндеттерін де жатқызуға болады, ШҚҚЖ-дің көмегімен әзірленетін ұсыныстардың дұрыстығын арттыру үшін пәндік сала моделінің барабарлығын арттыру міндеті өзектілікке ие болады. ШҚҚЖ-нің ажырамас құрамдас бөлігі табиғи тілде тұжырымдалған объектілердің атаулары түрінде сарапшылардан алынатын ақпарат болып табылады, сондықтан осындай объектілер арасында ШҚҚЖ-дің білім қорларында (БҚ) және модельдер қорларында (МҚ) байланыстарды орнату кезінде сарапшылардың ұжымдық пікірін адекватты түрде есепке алу үшін осы объектілерді бір мәнді сәйкестендіру үшін өте маңызды.

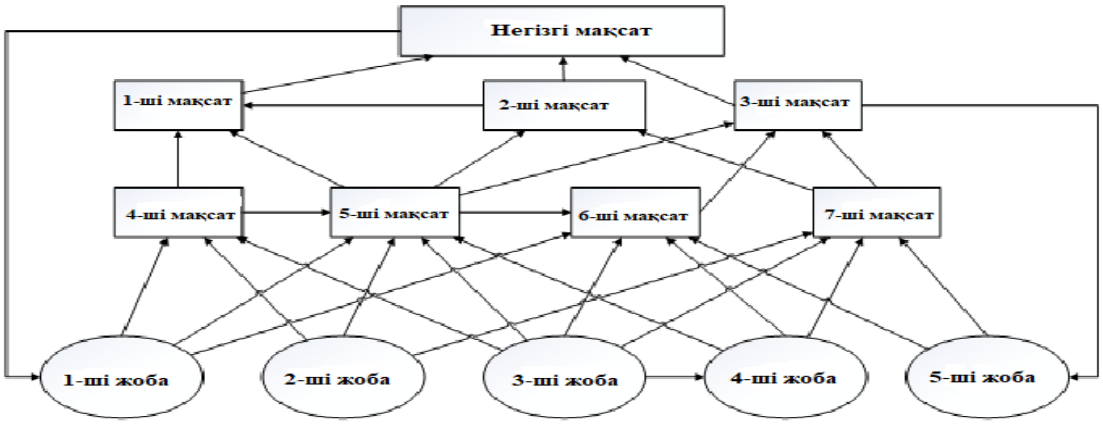
Түйінді сөздер. шешеімдерді қабылдауды қолдау жүйесі, білімдер қоры, модельдер қоры, эксперттік жүйе, кілттік сөздер, объектілер.

КІРІСПЕ

Ұсынылған шешімде мазмұндық идентификация сұраққа бір мағыналы жауап іздеуден тұрады: берілген салыстырмалы ауытқу шегінде мазмұны бойынша БҚ объектілері өзара сәйкес келеді ме? Әдістің негізінде жалпы ерекшеліктерде белгілі бір дәрежеде сарапшылардың құзыреттілігін бағалау кезінде қолданылатын тәсілмен ұштасады [1,2, 6, 7]. Тәсілдің мәні мыналардан тұрады: мазмұнын көрсету үшін БҚ әрбір объектісіне тиісті маңыздылық коэффициенттерімен кілттік сөздердің (КС) кортежіне сәйкес қойылады. Бұл кортежде мақсаты мазмұнының бірегейлігін сақтау үшін қажетті ең аз қуаты бар. Иерархияның әрбір мақсаты үшін КС-дері маңыздылық коэффициенттері сараптамалық жолмен анықталады және тиісті нақты сандар болып табылады. Мазмұндық идентификация БҚ объектілерінің КС маңыздылық коэффициенттерінің ұқсастығы бойынша жүреді.

ШҚҚЖ-рінде сараптамалық білім беру үлгілерінің көмегімен қалыптасады. Бұл пән салалары үлгілерінің үлкен барабарлығы білім беру моделіне қол жеткізуге болады, ол білім ерекшеліктерін толық ескереді. Білім дәстүрлі деректерден ерекшеленетін келесі ерекшеліктерге ие [5]: ішкі интерпретациялануы; құрылымдалуы; байланыстылығы; семантикалық метрика; белсенділігі.

«Мақсаттар иерархиясы графтары» білім беру моделінде білімнің ерекшеліктерін қарастырамыз. Осы модельдің шеңберінде сараптамалық бағалау арқылы желі типінің графына бағытталған мақсаттар иерархиясы немесе БҚ және БМ құрылады (сурет 1). Графтың төбесі БҚ және БМ мақсаттары немесе объектілері болып табылады. Доғалар бір мақсатқа жетудің басқалардың жетістіктеріне әсерін көрсетеді: доғалар (қабырғалар), олардың тікелей аса мақсаттарына кіретін мақсаттардан шығатын. Мақсаттар сандық және сапалық болуы мүмкін. Жоғарыда айтылғандай, сарапшылар желі типті графына сүйене отырып, мақсат иерархиясын салады. Оның шыңдары мақсаттардың тұжырымдарымен белгіленген. Бір шыңнан екіншісіне (мақсатқа) келе жатқан доғаның болуы бір мақсатқа қол жеткізудің екіншісіне қол жеткізуге ықпалының болуын білдіреді.



1-сурет. Жобаларды талдау барысында ШҚҚЖ-рін пайдалану кезінде мақсаттар иерархиясы схемасының үлгісі

Мақсаттар иерархиясын құрудың сипатталған процесінің нәтижесінде оны көрсететін графқа сәйкес бір жақты байланысты болып табылады, өйткені кез келген биіктікте граф басты мақсатын білдіретін шыңға жол бар. Әрбір мақсат 0-ден 1-ге дейінгі қол жеткізу деңгейінің көрсеткішіне сәйкес келеді. Бұл көрсеткіш мақсатқа жетуде қандай да бір прогресс болмаған кезде 0-ге тең, ал ол толық жеткенде-1-ге тең. Бір мақсаттың екіншісіне әрбір әсері оң да, теріс те болуы мүмкін, ал оның дәрежесі тиісті көрсеткішпен - жеке әсер ету коэффициентімен (ЖӘЕК) көрсетіледі. Баламаларды мақсатты динамикалық бағалау әдістерінде (МДБӘ) әсер етудің уақытша кідірісі ескеріледі[8, 9].

"Мақсаттар иерархиясы графы" білім беру моделіндегі білімнің ішкі түсіндірілуі қалай ескерілгенін анықтаймыз. Иерархияның мақсаттарын анықтау және сәйкестендіру процесінде сарапшылар негізінен олардың тұжырымдарының айқындығы мен бір мағынасына сүйенеді. Бірақ өте үлкен мөлшерде БҚ-ры мазмұны бойынша бірдей мақсаттарды қате енгізу мүмкіндігі бар. Атап айтқанда, әр түрлі мамандықтағы сараптамалық топтармен қалыптастырылған бірнеше иерархияны біріктіру кезінде әр түрлі тұжырымдармен бір мақсат сипатталатын жағдай болуы мүмкін. Сонымен, мақсат иерархиясы графтар моделінде білімнің ішкі түсіндірілуі әрдайым ескерілмеуі мүмкін.

БҚ және БМ объектісінің мазмұндық идентификациясының есебін (әрі қарай әдісті сипаттауда тек мәтінді оңай қабылдау үшін БҚ аббревиатурасын ғана пайдаланамыз) келесі қойылымға қоюға болады:

Берілді:

1) БҚ барлық объектісінің жиыны:

$$G = \left\| G_i \right\|_{i=\overline{1,m}}, \tag{1}$$

мұндағы $m-$ БҚ-дағы объектілер саны; БҚ-ғы әрбір объектіні, сәйкесінше, былай беруге болады

$$G_i = \left\| g_{ij} \right\|_{i=\overline{1,m};\ j=\overline{1,n}}, \tag{2}$$

мұндағы $g_{ij}-$ ШҚҚЖ БҚ i объектісіндегі j нөмерлі кілттік сөздің салмақтық коэффициенті (СК); $n-$ кілттік сөздердің жалпы саны, бұл ретте $0 \le g_{ij} \le 1,\ i = \overline{1,m};\ j = \overline{1,n}$, $\sum_{i=1}^{n} g_{ij} = 1$;

2) КС бір-бірімен ерекшеліктерінің симметриялық матрицасы – D,

где $D = \left\| d_{ij} \right\|_{i=\overline{1,n};\ j=\overline{1,n}}$, $0 \le d_{ij} \le 1 \,\&\, d_{ij} = d_{ji}, i = \overline{1,n};\ j = \overline{1,n}$;

3) Салыстырмалы ауытқу – ε, мұндағы $0 < \varepsilon \le 1$.

4) Мыналарды анықтау қажет: ε берілген ауытқу шегінде G_i объект БҚ-ның қандай объектілері (модельдер қорын қоса алғанда) ұқсас болып табылады.

Әдіс мәнін қарастырайық. Сарапшының мақсатын тұжырымдаған кезде оның мазмұнын сипаттау және мазмұнның сарапшының ұсынымдарына бір мәнді сәйкестігін қамтамасыз ету үшін тиісті маңызды коэффициенттері бар КС кортежі беріледі. Тиісті таразы бар КС бұл кортежі: а) сараптау жолымен берілуі; б) нормативтік құжаттар негізінде қалыптастырылуы; в) бұрын құрылған иерархияларға негізделуі; г) БҚ модельдерінде пайдаланылатын әртүрлі айнымалыларға негізделуі; д) басқасы болуы мүмкін.

БҚ объектісінің КС кортежі ең аз қуатты болуы және бұл ретте оны сәйкестендіру үшін барлық қажетті ақпаратты қамтуы тиіс. БҚ объектісі үшін КС маңыздылық коэффициенттерін сараптау жолымен анықтаған жөн. КС салмақтық коэффициенттері жұптық салыстыру матрицасымен анықталуы мүмкін.

K - бұл барлық БҚ-ның КС болсын. Жоғарыдағы сипатталғандай G_i объект $\left(G_i \subset K\right)$ жиынының анық емес ішкі жиыны болып табылады [9]. G_i объектісінің g_{ij} салмақтық коэффициенттерінің мәндері сәйкес мүшелік функциясының мәндері кестесімен беріледі $\mu_{G_i} \equiv g_{ij}$.

Осылайша, G_i объектісіне келесі жұптардың жиынына сәйкес келеді:

$$\begin{aligned} &\left\{ \left(K_j,\ \mu_{G_i}\left(K_j\right) \right) \middle| K_j \in K \right\} = \\ &= \left\{ \left(K_j,\ g_{ij} \right) \middle| K_j \in K \right\},\ j = \overline{1,n}, \end{aligned} \tag{3}$$

мұндағы $K_j - j-$ лік КС.

Онда K_j -ді μ_{K_j} тиісті функциясы бар анық емес сан ретінде қарастыруға болады

$$\mu_{K_j}(K_i)=\begin{cases}0,\ i\neq j,\ i=\overline{1,n};\\ 1,\ i=j,\ i=\overline{1,n}.\end{cases} \quad (4)$$

K жиынға τ тополгиясының [11] анық емес қоры ретінде [10] $\{g_{ij}\times K_j,\ j=\overline{1,n},\ i=\overline{1,m}\}$ КС маңызды коэффицентеріне сәйкес K_j жиындарының анық емес жиынтықтардың жиынтығын аламыз. Сәйкес [10], кеңістіктің топология базасы - оның ашық ішкі жиындарының жиынтығы. Бұл ретте кез келген ашық жиын – бұл ішкі жиындардың кейбір санының жиынтығы. Кеңістік топологиясын, мысалы, осы кеңістікте оның кейбір қорын көрсете отырып қоюға болады. Содан кейін, [11] сәйкес, бұл топология осы қордан алынған жиындар жиынтығы ретінде көрсетілген жиындар жиынтығына сәйкес келеді. [10] сәйкес (K,τ) жұп - бұл ақырғы анық емес топологиялық кеңістік: $K-$жиын; $\tau-$ жиын үшін анық емес топология, яғни келесі үш аксиоманы қанағаттандыратын анық емес жиындардың кейбір отбасы:

1) $0,1\in\tau$;

2) $if\ U,V\in\tau\ then\ U\wedge V\in\tau$;

3) $if\ U_i\in\tau\ \ for\ everyone\ i\in I\ then\ \ \underset{i}{\vee}U_i\in\tau,$

мұндағы K жиынының U,V – анық емес ішкі жиындарының эелементтері.

Онда, БҚ барлық объектілері τ, $G\subset\tau$ топология қоры элементтерінің кейбір ақырғы санының сомасымен ұсынылғандықтан, яғни, егер әрбір БҚ объектісі топологияға тиесілі болса, онда барлық БҚ объектілері оған тиесілі. Барлық БҚ объектілері ашық жиындар болып табылады, өйткені олар τ топологияға жатады [10]. Жоғарыда айтылғандай, БҚ әрбір объектісінің мазмұнын ұсыну үшін тиісті нормаланған салмақ коэффициенттері бар КС кортежі пайдаланылады, сондықтан БҚ барлық объектілері (K,τ) кеңістігінің симплексінде жатыр.

КС арасындағы мазмұнды қашықтықты анықтау үшін жоғарыда сипатталған (K,τ) БҚ объектілерінің кеңістігіне метриканы енгізу қажет. Иерархиялық кластерлік талдаумен өлшеу кестесі бойынша қашықтықты табуға ұқсас әдісті қолданамыз.

Әрбір БҚ объектісі үшін әрбір сипаттаманың өлшем бірлігі ретінде әрбір сипаттаманың маңыздылығы (салмағы) ретінде КС g_{ij}, $i=\overline{1,n}$ салмақтық коэффициенттерінің тиісті мәнін аламыз.

Сәйкесінше, әрбір КС қалған КС-дан БҚ-да жиынтық айырмашылығы $\sum_{i=1}^{n}d_{ij}$ болады.

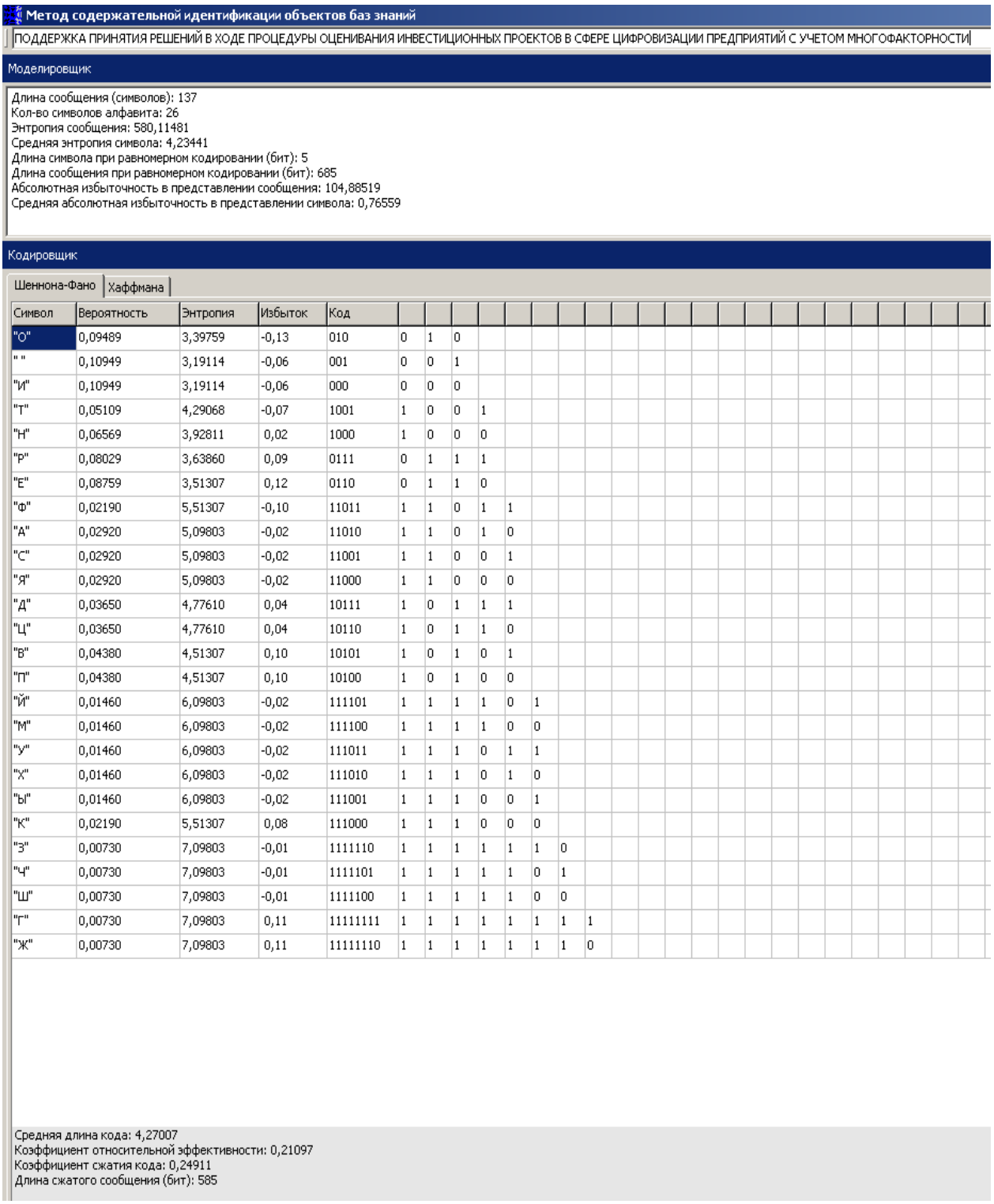
Әрбір G_k мен G_l екі БҚ объектілері арасындағы ρ маңызды қашықтықты, мысалы, өлшенген Хемминг қашықтығы сияқты табуға болады:

$$\rho(G_k,G_l)=\sum_{i=1}^{n}\left(\left|g_{ki}-g_{li}\right|\sum_{j=1}^{n}d_{ij}\right). \quad (5)$$

Сондай–ақ, Хаффман алгоритмін немесе Шеннон-Фано әдісімен кодтауды қолдануға болады. Хаффман және Шеннон – Фано алгоритмдерінің негізінде БҚ-да объектілерді мазмұнды идентификациялау міндетін шешу үшін модуль іске асырылды. 1 және 2 –ші суреттерде кілттік сөздердің күрделі комбинациясы үшін ШҚҚЖ БҚ-да объектілерді мазмұнды идентификациялау міндетін шешу мысалдары көрсетілген: 1-ші нұсқа- көп факторлықты ескере отырып, кәсіпорындарды цифрландыру саласындағы инвестициялық жобаларды бағалау рәсімі барысында шешім қабылдауды қолдау; 2-ші нұсқа-көп факторлықты ескере отырып, кәсіпорындарды цифрландыру саласындағы инвестициялық жобаларды бағалау кезінде шешімдерді қолдау.

КС артық және энтропия көрсеткіштері бойынша есептеу деректерін талдағаннан кейін, БҚ жақын объектілерінің ара қашықтығына негізделген ШҚҚЖ-нің БҚ-да мағыналы сәйкестендіруді жүзеге асыруға болады.

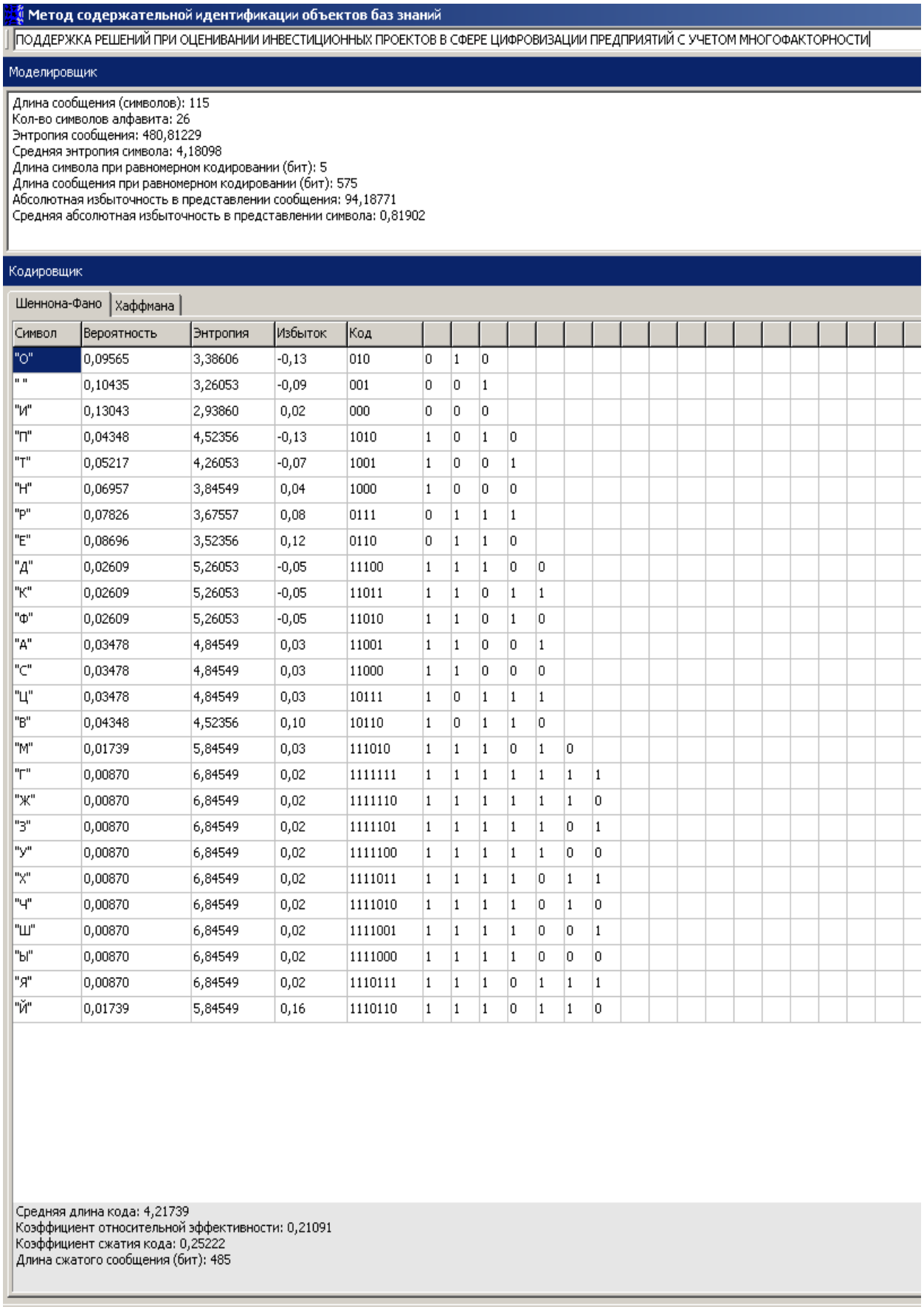
Бұл, өз кезегінде, таңдалған пәндік сала үлгілерінің барабарлығын арттыруға мүмкіндік береді, сондай-ақ мазмұны жағынан бірдей мақсаттары және КС-нің БҚ мен БМ қате енгізуін болдырмайды. Мысалы, бұл әр түрлі сараптамалық топтар қалыптастырған мақсаттар иерархиясын біріктіру кезінде маңызды.



Символ	Вероятность	Энтропия	Избыток	Код																												
"О"	0,09489	3,39759	-0,13	010	0	1	0																									
" "	0,10949	3,19114	-0,06	001	0	0	1																									
"И"	0,10949	3,19114	-0,06	000	0	0	0																									
"Т"	0,05109	4,29068	-0,07	1001	1	0	0	1																								
"Н"	0,06569	3,92811	0,02	1000	1	0	0	0																								
"Р"	0,08029	3,63860	0,09	0111	0	1	1	1																								
"Е"	0,08759	3,51307	0,12	0110	0	1	1	0																								
"Ф"	0,02190	5,51307	-0,10	11011	1	1	0	1	1																							
"А"	0,02920	5,09803	-0,02	11010	1	1	0	1	0																							
"С"	0,02920	5,09803	-0,02	11001	1	1	0	0	1																							
"Я"	0,02920	5,09803	-0,02	11000	1	1	0	0	0																							
"Д"	0,03650	4,77610	0,04	10111	1	0	1	1	1																							
"Ц"	0,03650	4,77610	0,04	10110	1	0	1	1	0																							
"В"	0,04380	4,51307	0,10	10101	1	0	1	0	1																							
"П"	0,04380	4,51307	0,10	10100	1	0	1	0	0																							
"Й"	0,01460	6,09803	-0,02	111101	1	1	1	1	0	1																						
"М"	0,01460	6,09803	-0,02	111100	1	1	1	1	0	0																						
"У"	0,01460	6,09803	-0,02	111011	1	1	1	0	1	1																						
"Х"	0,01460	6,09803	-0,02	111010	1	1	1	0	1	0																						
"Ы"	0,01460	6,09803	-0,02	111001	1	1	1	0	0	1																						
"К"	0,02190	5,51307	0,08	111000	1	1	1	0	0	0																						
"З"	0,00730	7,09803	-0,01	1111110	1	1	1	1	1	1	0																					
"Ч"	0,00730	7,09803	-0,01	1111101	1	1	1	1	1	0	1																					
"Ш"	0,00730	7,09803	-0,01	1111100	1	1	1	1	1	0	0																					
"Г"	0,00730	7,09803	0,11	11111111	1	1	1	1	1	1	1	1																				
"Ж"	0,00730	7,09803	0,11	11111110	1	1	1	1	1	1	1	0																				

2-сурет. БҚ-да КС мазмұнды идентификация міндетін іске асыру
(1 нұсқа, Шеннон – Фано әдісі)

1-кестеде БҚ мысалдарында КС мазмұнды идентификациялау әдісін апробациялау нәтижелері, бірнеше КС ұсынылған, оларды ШҚҚЖ-ның БҚ толтыру барысында сарапшылар ұсынған.



3-сурет. БҚ-да КС мазмұнды идентификация міндетін іске асыру
(2 нұсқа, Шеннон – Фано әдісі)

Кесте 1. ШҚҚЖ-ның БҚ-да КС мазмұнды сәйкестендіру әдісін апробациялау нәтижелері

КС нұсқасының нөмері	БҚ-да КС мазмұнды идентификация міндетін іске асыру	Қорытынды
1 нұсқа, Шеннон-Фано әдісі және Хаффман әдісі	Хабарлама ұзындығы (символдар): 137 Алфавит символдарының саны: 26 Хабарлама энтропиясы: 580,11481 Символдың орташа энтропиясы: 4,23441 Бірқалыпты кодтау кезіндегі хабарламаның ұзындығы (бит): 685 Хабарлама көрінісіндегі абсолюттік артықшылық: 104,88519 Символ көрінісіндегі орташа абсолюттік артықшылық: 0,76559	БҚ-ға КС қосу үшін екінші нұсқадан КС жиынтығын пайдаланған дұрыс, өйткені бұл жағдайда хабарламаны ұсынуда артық семантикалық құрамдауыш бірдей болғанда азырақ
2 нұсқа, Шеннон-Фано әдісі және Хаффман әдісі	Хабарлама ұзындығы (символдар): 115 Алфавит символдарының саны: 26 Хабарлама энтропиясы: 480,81229 Символдың орташа энтропиясы: 4,18098 Бірқалыпты кодтау кезіндегі символдың ұзындығы (бит): 5 Бірқалыпты кодтау кезіндегі хабарламаның ұзындығы (бит): 575 Хабарлама көрінісіндегі абсолюттік артықшылық: 94,18771 Символ көрінісіндегі орташа абсолюттік артықшылық: 0,81902	

Осылайша, БҚ объектілерінің ақырғы чангтық анық емес топологиялық кеңістігін [10] құруға болады және онда қабылданған метриканы пайдалануға болады. Енді G_t объектісінен бастап, БҚ басқа объектілеріне ν_t -қашықтық векторын есептейміз:

$$\nu_t = \left\| \rho\left(G_k, G_l\right) \right\|_{i=\overline{1,m}}. \tag{6}$$

Қалыпты жағдайға келтіру үшін біз табылған ν_t векторды оның максималды элементіне бөлеміз $\max\limits_{i=1,m}\left\{\nu_t\right\} \neq 0$ және ν_t^{norm} векторды аламыз:

$$\nu_t^{norm} = \frac{\nu_t}{\max\limits_{i=1,m}\left\{\nu_t\right\}}. \tag{7}$$

Сонда X_ε жиыны көрсетілген ε салыстырмалы ауытқу шегінде G_t объектке ұқсас БҚ қажетті объектілерін қамтиды:

$$X_\varepsilon = \left\{ G_t \middle| \nu_i^{norm} \leq \varepsilon,\ i = \overline{1,m} \right\}. \tag{8}$$

Әрбір БҚ объектілері үшін мазмұнды қашықтықтарды есептеу нәтижесінде БҚ барлық объектілері арасындағы мазмұнды қашықтықтардың симметриялы матрицасын аламыз. Бұдан әрі, осы матрицаны пайдалана отырып, мазмұны бойынша БҚ және МБ объектілерін кластерлеуді жүргізуге болады, бұл, атап айтқанда, мазмұны бойынша ұқсас объектілер арасында жетіспейтін байланыстарды көруге және орнатуға мүмкіндік береді, мысалы, мамандануы мен біліктілігі бойынша әртүрлі сарапшылар жұмыс істейді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижесінде мұндай нәтижелер алынды:

цифрландыру саласындағы кәсіпорындарға инвестордың тиімді қаржылық стратегияларын таңдау міндетін жатқызуға болатын білім беру үлгілерінің және әлсіз құрылымдалған пәндік салалардың ерекшеліктері қарастырылған;

«мақсаттар иерархиясы графы» білім беру моделін жетілдіру қажеттілігі негізделген;

шешім қабылдауды қолдау жүйесі үшін білім қоры (БҚ) объектілерін және модельдер қорын (МҚ) мазмұндық сәйкестендірудің қосымша әдісі мен тәсілі ұсынылды. Әдісті толықтырудың мәні БҚ және МҚ әрбір объектісіне мәні сараптамалық жолмен анықталатын кілттік сөздердің (КС) кортежіне сәйкес қойылады. Осылайша, БҚ және МҚ әрбір объектісі БҚ және МҚ объектілерінің ақырғы тақ топологиялық кеңістігінің элементіне сәйкес қойылады. Мазмұндық идентификация БҚ және МҚ объектілері арасындағы қашықтық бойынша өтетін осы кеңістіктегі метрика болып табылады. Ұсынылған тәсілді және мазмұнды идентификациялау әдісін пайдалану таңдалған пәндік аймақ үлгілерінің барабарлығын арттыруға, сондай-ақ мазмұны жағынан бірдей, атап айтқанда, әр түрлі сараптамалық топтармен құрылған мақсаттар иерархиясын біріктіру кезінде. Ұсынылған әдіс кілттік сөздер бойынша олардың нақты тұжырымдары белгісіз болса да, иерархияның мақсаттарын іздеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТ

[1] Баронов В. В, Попов Ю. И., Битовский И. Н., Яковенко О. В. Стратегия внедрения ИТ на российских предприятиях //URL: http://www.cfin.ru/itm/erpinrussia. shtml.

[2] Корнев Г. Автоматизация предприятия: дорого и сердито // Финансовая Россия, 2001. №41.

[3] Коршикова А. Ю. Эволюция системы аналитических показателей деятельности организаций // Экономический анализ: теория и практика, 2003. № 12.

[4] Карр Н. Блеск и нищета информационных технологий. М.: Секрет фирмы, 2005.

[5] Carr N. IT Doesn't Matter, Harvard Business Review, Vol. 81,5, May 2003.

[6] Carr, N. G., & Carr, N. G. (2004). Does IT matter?: information technology and the corrosion of competitive advantage. Harvard Business Press.

[7] Спесивцев, А. В., & Дроздов, А. В. (2014). Задание нечеткой метрики на множестве нечетких чисел (lr)-типа посредством нечеткой нормы. In Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (Vol. 1, pp. 55-61). Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет ЛЭТИ им. ВИ Ульянова (Ленина).

[8] Тоценко, В. Г. "Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект." К.: Наукова думка 381 (2002).

[9] Черняховская Л. Р., Шкундина Р. А., Нугаева К. Онтологический подход к разработке систем поддержки принятия решений //Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2006. – Т. 8. – №. 4.

[10] Chang, Chin-Liang. "Fuzzy topological spaces." Journal of mathematical Analysis and Applications 24.1 (1968): 182-190.

[11] Azad, K. K. "On fuzzy semicontinuity, fuzzy almost continuity and fuzzy weakly continuity." Journal of Mathematical Analysis and Applications 82.1 (1981): 14-32.

Картбаев Т.С., Лахно В.А, Маликова Ф.У., Тургынбаева А.А.

Метод содержательной идентификации объектов баз знаний экспертных и систем поддержки принятия решений

Резюме. В этой статье подчеркивается необходимость учета множества (десятков или сотен) взаимосвязанных факторов, которые в интерактивном режиме взаимодействуют с предприятиями индустрии оцифровки. При решении проблем в слабо структурированных предметных областях задача выбора рациональных стратегий инвестора может быть объяснена повышением актуальности предметной модели для повышения надежности предложений, разработанных с помощью СППР. Неотъемлемой частью СППР является информация, полученная от экспертов в форме названий объектов, сформулированных на естественном языке, то есть между этими средствами, для адекватной регистрации коллективного мнения экспертов при установлении контактов в базе знаний БЗ и БМ, важно соответствовать значению.

Ключевые слова. система поддержки принятия решений, база знаний, база моделей, экспертная система, ключевые слова, объекты.

УДК 621.377.624.2

A.K. Nurakhova, A.M. Kuanyshbai, A.K. Kiyalbaev
(Kazakh automobile and road Institute L. B. Goncharov,;
Kazakh head architecture and construction Academy,
ay_ar77@mail.ru)

SUPERHYDROPHOBIC COATINGS ON ASPHALT CONCRETE SURFACES

Abstract. Millions of dollars are spent annually to remove ice or snow from roads and asphalt surfaces of airports in cold regions. The presence of snow or ice on paved areas can lead to traffic accidents and financial losses due to flight cancellations or delays. To mitigate the problems of winter road surface care, the use of superhydrophobic (super-water repellent) coating techniques attracts attention as a smart and cost-effective alternative to traditional snow and ice removal methods. This study focuses on the creation, characterization and evaluation of innovative superhydrophobic coatings on asphalt concrete surfaces for ice-free and snow-free application of flexible road surfaces. The layer-by-layer (PM) method created an asphalt concrete surface coating with polytetrafluoroethylene (APPP) as a known super-ice and super-water repellent material. The superhydrophobicity and slip resistance of the coated asphalt concrete surface were characterized by the contact angle with water, the adhesion work and the friction coefficient at the microtexture level. These properties have been evaluated for test variables including spray times and APPP dosage rates under a statistical design-based experimental test program. The results of the measurements indicate that the use of the LBL method for particle deposition and microtribometer for measuring the friction coefficient at the microtexture level are promising methods for the creation and characterization of superhydrophobic coatings on asphalt concrete. The results of statistical analysis show that the spray time and dosage significantly affect the ability of the covered flexible pavement to be frost-resistant or superhydrophobic and skid-resistant.

Keywords: asphalt concrete, superhydrophobic, polytetrafluoroethylene coating, layer-by-layer method.

А.К. Нурахова, А.М. Куанышбай, А.К. Киялбаев
(Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л. Б. Гончарова,; Казахская головная архитектурно - строительная академия, Республика Казахстан.
ay_ar77@mail.ru)

СУПЕРГИДРОФОБНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Аннотация. Миллионы долларов ежегодно тратятся на удаление льда или снега с дорог и асфальтированных поверхностей аэропортов в холодных регионах. Наличие снега или льда на асфальтированных площадках может привести к дорожно-транспортным происшествиям и финансовым потерям из-за отмены рейсов или задержек. Для смягчения проблем зимнего ухода за дорожным покрытием, использование методов супергидрофобного (супер-водоотталкивающего) покрытия привлекает внимание как умная и экономичная альтернатива традиционным методам удаления снега и льда. В данном исследовании основное внимание уделяется созданию, характеристике и оценке инновационных супергидрофобных покрытий на асфальтобетонных поверхностях для безледного и бесснежного применения гибких дорожных покрытий. Послойным методом (ПМ) было создано асфальтобетонное поверхностное покрытие с политетрафторэтиленом (АППП) в качестве известного супер-ледового и супер-водоотталкивающего материала. Супергидрофобность и устойчивость к скольжению покрытой асфальтобетонной поверхности характеризовались углом контакта с водой, работой адгезии и коэффициентом трения на уровне микротекстуры. Эти свойства были оценены для переменных теста включая времена брызг и тарифы дозировки АППП под статистической основанной на дизайн экспериментально программой теста. Результаты измерений свидетельствуют о том, что использование метода LBL для напыления частиц и микротрибометра для измерения коэффициента трения на уровне микротекстуры являются перспективными методами создания и характеристики супергидрофобных покрытий на асфальтобетоне. Результаты статистического анализа показывают, что время распыления и дозировка существенно влияют на способность покрытого гибкого дорожного покрытия быть морозостойким или супергидрофобным и устойчивым к скольжению.

Ключевые слова: Асфальтобетон, супергидрофоб, покрытие с политетрафторэтиленом, послойный метод.

Введение. В настоящее время во всем мире проводятся исследования по повышению устойчивости дорожного покрытия к повреждениям, вызванным замораживанием. Более 76 300 рейсов в 2014 году были отменены из-за накопления снега и льда на поверхности аэропорта, уходя миллионы путешественников в беде и обходятся аэропортам и авиакомпаниям доходы в миллионах [1].

Методы. Для смягчения проблем, связанных со льдом или образование снега на асфальтированных поверхностях, системах обогрева дорожного покрытия [2, 3] и методы покрытия супергидрофобы получили в последнее время внимание в качестве альтернативы традиционному снегу и практики удаления льда. Системы подогрева дорожного покрытия используются для Лед на поверхности всегда тает. Однако, методы покрытия может использоваться для предотвращения или обуздания образования льда и снега. Поверхность является супергидрофобной, когда угол соприкосновения капель осажденный на нем равен или больше 150° [4]. В этом случае капли воды не склонны смачивать поверхность, и они могут легко скатываются с поверхности, когда они выдуваются или когда поверхность наклонена.

Супергидрофобность достигается за счет сочетания шероховатости поверхности и низкой поверхностной энергии. Предлагаются две различные модели объяснить эффект шероховатости . Согласно модели Венцеля, шероховатость увеличивает площадь поверхности твердого тела, что геометрически улучшает гидрофобность. Модель Кэсси объясняет это воздух может оставаться в ловушке под каплями, что приводит к дальнейшему повышение гидрофобности. Крошечные захваченные воздушные карманы уменьшают зона контакта твердое тело-жидкость, делая поверхность супергидрофобной.

Если эти два метода индукции шероховатости применяются на определенных типах гидрофобных материалов с низкой поверхностной энергией, конечные продукты будет гидрофобные. Политетрафторэтилена (ПТФЭ) с угол соприкосновения воды 108 градусов. представляет собой гидрофобный материал, имеющий низкую поверхностная энергия; частицы ПТФЭ с диаметрами на длине субмикрона чешуйки могут легко стать супергидрофобными с применением соответствующий метод накопления.

Общее сведения. Исследовать влияние переменных на супергидрофобность и сопротивление скольжению нано-покрытием асфальто бетонные поверхности, а статистический дизайн был разработан и выполнен до начала работы об экспериментах. Выбранными переменными были время распыления PTFE (3, 6, 9, и 12 s) и дозировка (10%, 20%, 30%, и 40%). Как в результате статистического проектирования было подготовлено 16 дискообразных асфальтобетонных подложек. Каждый асфальтобетонный субстрат был разделен на четыре четверти для получения копии. Были использованы трех повторностях для покрытия и один был использован в качестве контроля; то есть, 48 (16 × 3) образцы были покрыты и 16 (16 × 1) образцов были использованы для управление. Супергидрофобность каждого образца с покрытием оценивали путем измерять угол соприкосновения воды. Сопротивление скида каждого образец измеряли с помощью микротрибометра.

Подготовка асфальтобетонных подложек. Образцы асфальтобетона, использованные в данном исследовании, состояли из оптимального содержание немодифицированного ПГ 58-28 битумных вяжущих и плотной градуированной известняк заполнитель смесь. Удельный вес и поглощение известняковый заполнитель составил 2,76 г/см^3 и 1,44% соответственно.Немодифицированное асфальтовое вяжущее PG 58-28 было выбрано потому, что оно типичный тип связывателя асфальта соответствующий для климатических условий.

Покрытие асфальтобетонных подложек. Существует несколько способов синтеза супергидрофобных поверхности, включая LBL, затвердевание воска, литографирование, полимер конформация, осаждение пара, сублимация и плазменный метод Из-за асфальтобетонной не плоской поверхности, образцы используемые в данном исследовании покрытия были нанесены методом LBL

Увеличение и захват капель воды. Для измерения угла соприкосновения 4-мкл капель воды наносили микропипеткой на три пятна по поверхности каждого покрытого образца.

Можно получить более мелкие капли путем испарения 5-мкл капель в условиях окружающей среды в течение 40 мин для получения 0,3-мкл капель воды над образцами, но управление этим методом затруднено. Вместо использования метод испарения, после того как депозит 4-мкл капельки были позволены расслабиться в течение 30 С, чтобы достичь равновесия . Затем они были увеличены и изображается с помощью камеры Sony с высоким увеличением. До капельки изображения были сделаны, персонал обеспечил, чтобы источник света вокруг объектива камеры излучали соответствующую интенсивность. Правильное освещение гарантирует изображения которые имеют сверхконтрастное так, что тверд-жидкость и интерфейсы жидкость-газ можно легко различить. Затем, касательные линии были нарисованы на двух интерфейсах так, чтобы углы контакта воды могли легко измеряется. На рис. 2 показана испытательная установка, используемая для увеличения и захвата капель воды для измерения углов соприкосновения с водой. Испытание проводилось на контролируемой окружающей среде условия 25°C и относительная влажность 60%.

Целью данного исследования было создание, характеристика и оценка асфальтобетонные поверхности с супергидрофобным покрытием для льда и снег-бесплатный гибких приложений асфальте. Метод LBL и метод измерения кф на основе микротрибометра был использован для создания супергидрофобные покрытия

и для характеристики сопротивления скольжению сверхгидрофобных покрытых субстратов на уровне микротекстуры. Один разработана статистическая проектно-экспериментальная тестовая программа и проведенный для того чтобы оценить влияние переменных теста, включая брызги времена и тарифы дозировки PTFE.

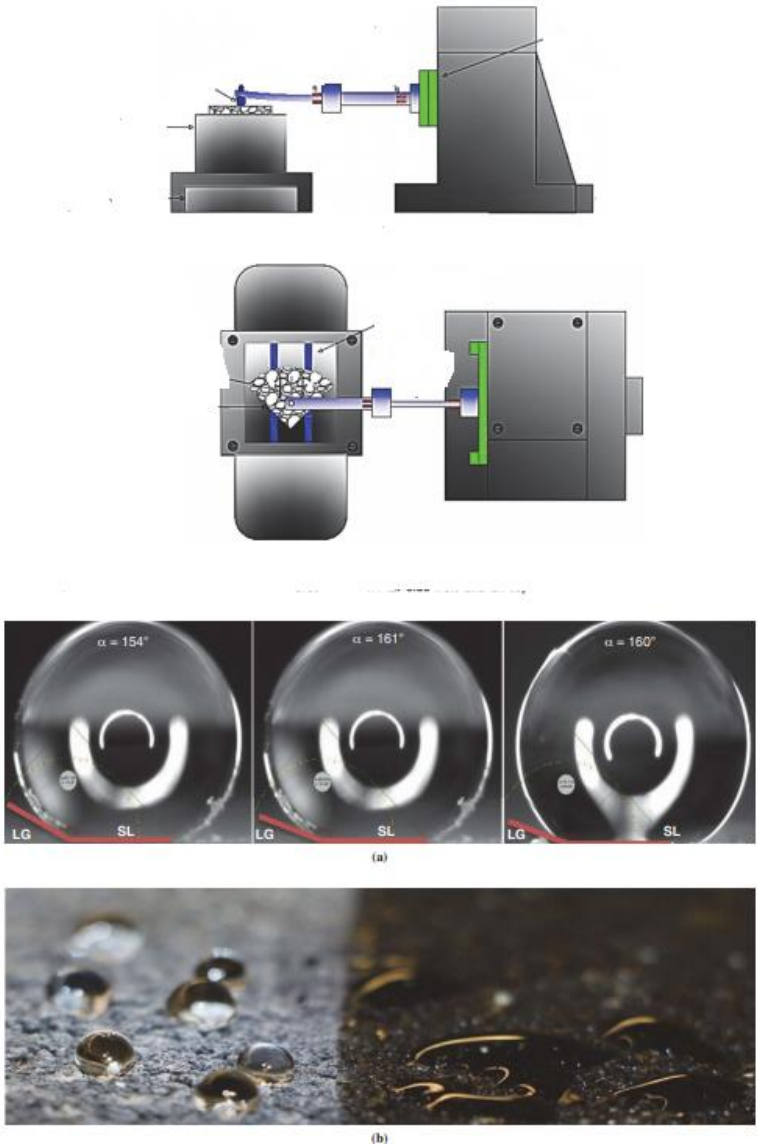


Рис.2. Испытательная установка, используемая для увеличения и захвата капель воды

Результаты и обсуждения. Основные выводы сделаны из процедур испытаний и результатов вместе с рекомендациями, а именно:

- Микротрибометр-основанный метод кф измеряя конструированный и продемонстрированный в данном исследовании перспективный метод для характеристики занос сопротивление нано-покрытием асфальтобетона на микротекстура уровень.

- Время распыления является существенным фактором, влияющим на супергидрофобность. Увеличение продолжительности распыления с 3 до 6 с привело к появлению контактных углов больше, чем 150°. На временах брызга 9 и 12 оставшийся. Тем не менее, супер водоотталкивающие свойства не равномерно увеличение для всех образцов через 6 с. Увеличение количества PTFE, до определенного уровня, в нанопокрытии асфальтобетона также увеличивает льда и снега отталкивание. После этого уровня, добавив к сумма вклада ПТФЭ неэкономична и не имеет существенного значения увеличение супергидрофобность

- В контексте макротекстуры, основные вкладчики в улучшение сопротивление скида форма, распределение, и угловатости крупный заполнитель присутствует в асфальтобетоне. Иначе говоря, физические свойства агрегата и их распределение должны будьте главной заботой в тротуарах покрытых с

супер-льдом-и супер-водоотталкивающие наноматериалы, такие как PTFE на высоких скоростях. Дальше исследование рекомендовано для осуществления применения супергидрофобных покрытия в реальных стратегиях удаления снега и льда для гибкого системы дорожного покрытия.

- Все измерения угла соприкосновения и коэффициента трения были выполняется при температуре окружающей среды. Потому что гибкие тротуары покрытый ледяным фторопластом приходится обуздывать образование льда и снега в холодных условиях рекомендуется проводить эти испытания при более низкие температуры так влияние температуры на депозите брызг, воде и лед отталкивание и сопротивление скольжению может быть определена.

ЛИТЕРАТУРА

[1] McCartney, S. The Case for Heated Runways, Wall Street Journal, Feb. 19, 2014.

[2] Gopalakrishnan, K., H. Ceylan, S. Kim, S. Yang, and H. Abdullah. Electrically Conductive Mortar Characterization for Self-Heating Airfield Concrete Pavement Mix Design. International Journal of Pavement Research and Technology, Vol. 8, No. 5, 2015, pp. 315–324.

[3] Ceylan, H., K. Gopalakrishnan, S. Kim, and W. Cord. Heated Transportation Infrastructure Systems: Existing and Emerging Technologies. Proc., 12th International Symposium on Concrete Roads, Prague, Czech Republic, 2014.

[4] Feng, X., and L. Jiang. Design and Creation of Superwetting/Antiwetting Surfaces. Advanced Materials, Vol. 18, No. 23, 2006, pp. 3063–3078.

[5] Onda, T., S. Shibuichi, N. Satoh, and K. Tsujii. Super-Water-Repellent Fractal Surfaces. Langmuir, Vol. 12, No. 9, 2011, pp. 2125–2127.

[6] Lafuma, A., and D. Quéré. Superhydrophobic States. Nature Materials, Vol. 2, No. 7, 2009, pp. 457–460. 7. Miller, J.D., S. Veeramasuneni, J. Drelich, M.R. Yalamanchili, and G. Yamauchi. Effect of Roughness as Determined by Atomic Force Microscopy on the Wetting Properties of PTFE Thin Films. Polymer Engineering and Science, Vol. 36,

[7] ГОСТ 9128–2009 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон» Технические условия.

[8] ГОСТ 12801–98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства» Методы испытаний.

[9] ГОСТ 16557–2005 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей» Технические условия.

[10] Л. Б. Гезенцвея. «Дорожный асфальтобетон» Москва «Транспорт». 2010.

[11] «Испытания дорожно-строительных материалов лабораторный практикум» Москва «Транспорт». 2009.

[12] П. Н. Попов. Лабораторный практикум по предмету «Строительные материалы и детали» Москва. «Стройиздат» 2010.

[13] И. М. Грушко и другие. «Дорожно-строительные материалы» Москва «Транспорт»2011.

[14] Эффективность приемов. Возможности получения асфальтобетона высокого качества / В.А. Золоторев, В.В. Губарев // Автомобильные дороги. – 2011. – № 1. – С. 68–76. Поздняева, Л. В. «Ловушка» для трещин / Л.В. Поздняева, Л.А. Горелышева // Автомобильные дороги. – 2010. – № 8. – С. 78–81.

[15] Дуреева А. Ю., Кузьмин В. В. Сдвигоустойчивость и трещиностойкость асфальтобетона дорожных покрытий в условиях Кемеровской области // Молодой ученый. — 2012. — №3. — С. 35-37. — URL https://moluch.ru/archive/38/4447/ (дата обращения: 12.09.2019).

Нурахова А.К, Куанышбай А.М, Киялбаев А.К.

Асфальтбетонды беттердегі супергидрофобты жабындар

Түйіндеме. Жыл сайын миллиондаған доллар суық аймақтардағы жолдардан және әуежайлардың асфальтталған беттерінде мұз бен қарды жоюға жұмсалады. Асфальтталған алаңдарда қар немесе мұздың болуы жол-көлік оқиғаларына және рейстердің тоқтатылуына немесе кешігуіне байланысты қаржылық шығындарға әкелуі мүмкін. Жол жамылғысының қысқы күтімінің проблемаларын жеңілдету үшін, супергидрофобтық (супер-су өткізбейтін) жамылғының әдістерін пайдалану қар мен мұзды кетіру дәстүрлі әдістеріне тиімді және үнемді балама ретінде назар аударады. Бұл зерттеуде негізгі назар икемді жол жабындарын мұзсыз және қарсыз қолдануға арналған асфальтбетонды беттердегі инновациялық супергидрофобты жабындарды жасауға, сипаттауға және бағалауға бөлінеді. Қабатты әдіспен белгілі супер-мұз және супер-су өткізбейтін материал ретінде политетрафторэтилені бар асфальтбетонды беткі жабын жасалды. Супергидрофобтық және жабылған асфальт беткейінің сырғуына орнықтылығы сумен жанасу бұрышымен, адгезия жұмысымен және микротекстура деңгейінде үйкеліс коэффициентімен сипатталды. Бұл қасиеттер тесттің эксперименталды бағдарламасы дизайнға негізделген статистикалық негіздегі дозалау шектері мен шашырату уақытын қоса алғанда, ауыспалы тест үшін бағаланды. Өлшеу нәтижелері микротекстура деңгейінде үйкеліс коэффициентін өлшеу үшін бөлшектер мен микротрибометрді тозаңдату үшін ЛБЛ әдісін пайдалану асфальтбетондағы супергидрофобты жабындарды құрудың және сипаттаудың перспективалық әдістері болып табылатынын дәлелдейді. Статистикалық талдау нәтижелері бұрку уақыты мен мөлшерлеу жабынды икемді жол жабынының немесе супергидрофобты аязға төзімді және сырғуға төзімді болу қабілетіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді.

Түйін сөздер: асфальтбетон, супергидрофоб, политетрафторэтиленмен жабу, қабат әдіс

УДК 656.7

Z.E. Konakbay, O.V. Garmash
(Academy of Civil Aviation, Almaty, E-mail: konakbay.zarina@mail.ru)

ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF THE AMADEUS DISTRIBUTION SYSTEM IN KAZAKHSTAN

Annotation: To support airline customers, they began developing a “digital platform,” which is another step in the API model. The goal is to give airlines complete autonomy in developing their own application services on the Amadeus platform with a set of rules and custom scripts, while maintaining closeness to their own functions and data in Amadeus Altéa.

Keywords: reservation, passenger, airline reservations.

З.Е. Конакбай, О.В. Гармаш
(Академия гражданской авиации, г.Алматы, -konakbay.zarina@mail.ru)

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДИСТРИБЬЮТОРСКОЙ СИСТЕМЫ AMADEUS В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация: Для поддержки клиентов авиакомпаний они начали разработку «цифровой платформы», которая представляет собой еще один шаг в модели API. Цель состоит в том, чтобы предоставить авиакомпаниям полную автономию в разработке собственных прикладных услуг на платформе Amadeus с помощью набора правил и настраиваемых сценариев, сохраняя при этом близость к собственным функциям и данным в Amadeus Altéa.

Ключевые слова: бронирование, пассажир, бронирования авиабилетов.

Amadeus — одна из крупнейших в мире глобальных дистрибьюторских систем.

Amadeus был образован в 1987 году четырьмя авиакомпаниями-основателями: Air France, Iberia, Lufthansa и SAS . Начиная с происхождения, поддерживающего дистрибуцию авиакомпаний, а затем ИТ, постепенно расширялись наши возможности по обслуживанию клиентов во всей индустрии туризма. Перенесемся на три десятилетия вперед, и Amadeus стал одной из крупнейших в мире технологических компаний для путешествий и туризма.

С годами расширились масштабы, запустив бизнес Airline IT в 2000 году и опираясь на него с приобретением Navitaire в 2016 году, чтобы расширить предложения для недорогих перевозчиков.



Рис. 1. Услуги представляемые Amadeus

Amadeus ускорил переход в гостиничный ИТ-сектор с приобретением Newmarket в 2014 году. Кроме того, приобретение TravelClick в 2018 году подтвердило сильную приверженность индустрии

гостеприимства, не только расширению портфеля продуктов, но также ноу-хау и глобальному присутствию. На очень фрагментированном рынке у Amadeus теперь есть люди и технологии, которые помогут всем отельерам справиться с задачей обеспечения отличного опыта для своих гостей (рисунок 2). Штаб-квартира компании находится в Мадриде (Испания). Главный процессинговый центр — в Эрдинге (Германия), является одним из крупнейших в мире центров баз данных гражданского назначения, специализирующихся на туризме. Ежедневно в Центре осуществляется более миллиарда транзакций и обрабатывается более 3 миллионов бронирований. Компания имеет 5 региональных центров и 3 R&D центра по всему миру. Персонал компании насчитывает свыше 8,9 тыс. человек.

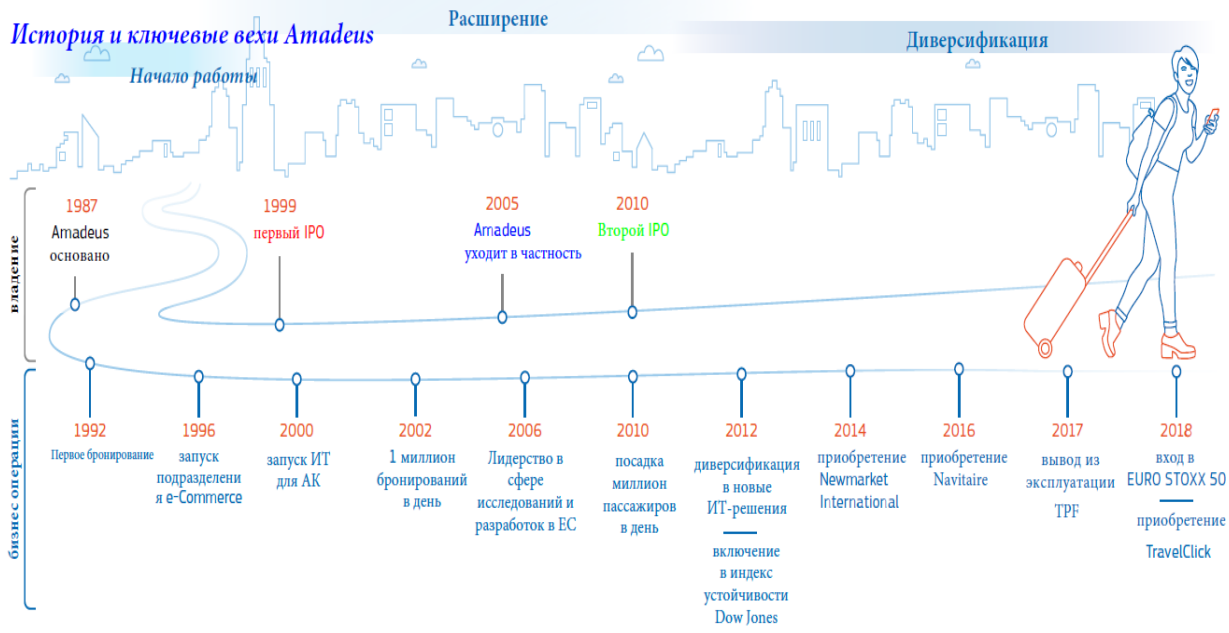


Рис. 2. История становления Amadeus

Компьютерная система обеспечивает доступ к бронированию авиабилетов, гостиниц, круизных туров, прокату автомобилей для более чем 104 тыс. туристических агентств. Системой также пользуются свыше 36 тыс. представительств различных авиакомпаний для бронирования и продажи билетов, а также 134 авиакомпании — для хранения и управления ресурсами (расписанием, рейсами, тарифами). В системе содержится информация о 95 % мест на регулярных рейсах авиакомпаний всего мира.

Система обеспечивает доступ к информации о рейсах и наличии билетов 784 авиакомпаний, к бронированию авиабилетов 488 авиакомпаний, бронированию номеров в 85 715 гостиницах, прокату автомобилей 26 компаний и бронированию круизов 20 компаний во всём мире.

В марте 2015 года компания объявила о сотрудничестве с Берлинским стартапом Blacklane, который стал провайдером услуг такси и трансфера.[14]

Amadeus управляет двусторонним дистрибьюторским бизнесом. С одной стороны, у Amadeus есть туристические провайдеры (авиакомпании, поставщики гостиничного бизнеса, операторы проката автомобилей, железные дороги, круизные линии и т. Д.), А с другой - у Amadeus есть туристические каналы (туристические агентства, такие как онлайн-туристические агентства, агентства розничной торговли, агентства делового туризма, консолидаторы и туроператоры, или корпоративные покупатели) .

Развитие в сфере туризма будет очень неравномерным в разных регионах мира.

Рост в индустрии туризма особенно сильный в Азиатско-Тихоокеанском регионе, на Ближнем Востоке и в Африке, причем ожидаемые среднегодовые темпы роста в этих регионах в период до 2028 года составляют 4,6%, 5% и 5,9% соответственно. С другой стороны, ожидается, что Европа и Северная Америка будут расти в годовом исчислении примерно на 2,5%.

Глядя только на авиаперевозки, появляется та же картина: в Азиатско-Тихоокеанском регионе, на Ближнем Востоке и в Африке ожидается ежегодный рост примерно на 4,5% до 2038 года, в то время как в Европе и Европе мы увидим более умеренный рост на 2,4% и 2% США соответственно.

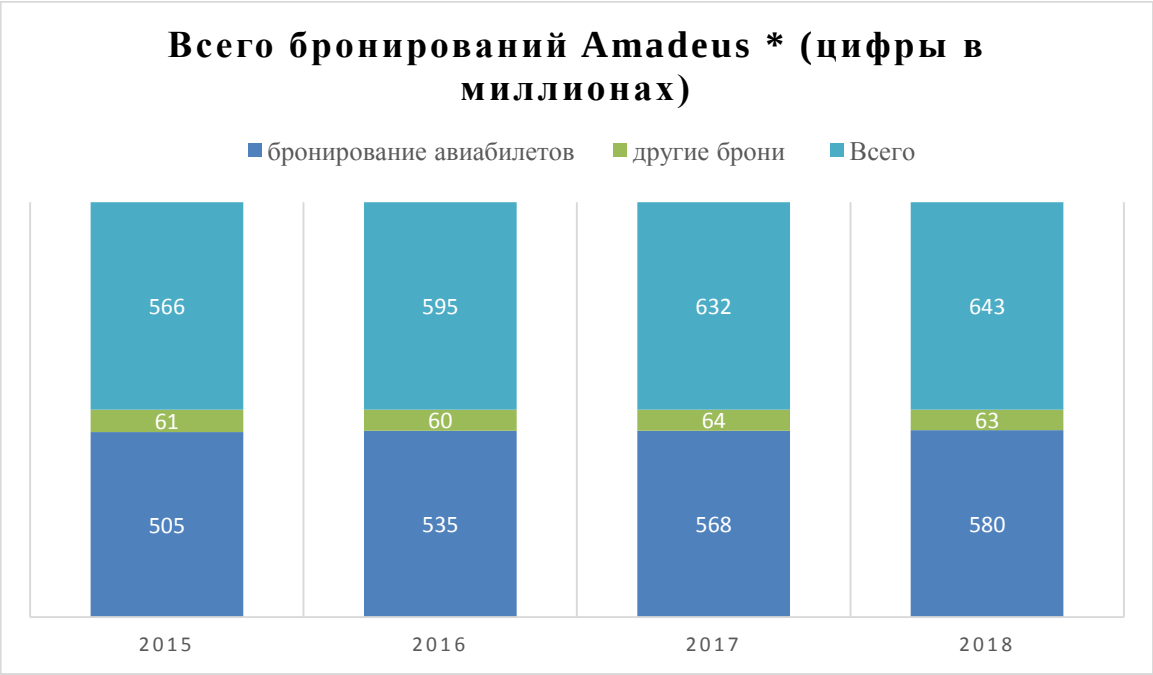


Таблица - 3 Количественные показатели бронирований Amadeus

Вследствие региональных различий в росте центр тяжести в мире путешествий сместится с запада на восток, а Азиатско-Тихоокеанский регион станет основным катализатором роста. В 2018 году только 10 азиатских рынков входят в десятку крупнейших рынков пассажирских авиаперевозок. Тем не менее, благодаря продолжающемуся устойчивому экономическому росту, росту числа домохозяйств со средним уровнем дохода и увеличению числа новых пассажиров, к середине 2020-х годов Китай вытеснит Соединенные Штаты как крупнейший в мире авиационный рынок, и к 2030 году три из четыре из крупнейших авиационных пассажирских рынков будут в Азии. Действительно, из 43 000 самолетов, которые планируется доставить в течение следующих 20 лет, 16 000 будут поступать на азиатские рынки. Этот рост является движущей силой увеличения аэропортов в регионе: Китай планирует построить 136 новых аэропортов к 2025 году, а Индия планирует 100 новых аэропортов к 2035 году.

Амадеус имеет все возможности для роста в Азиатско-Тихоокеанском регионе. У нас есть широкое местное присутствие и рабочая сила из более чем 3900 человек, базирующихся в регионе, что составляет 21% от общей численности нашей рабочей силы, а также сильная рыночная позиция в распределительном бизнесе и многие важные перевозчики в качестве клиентов в нашем авиационном ИТ-бизнесе.

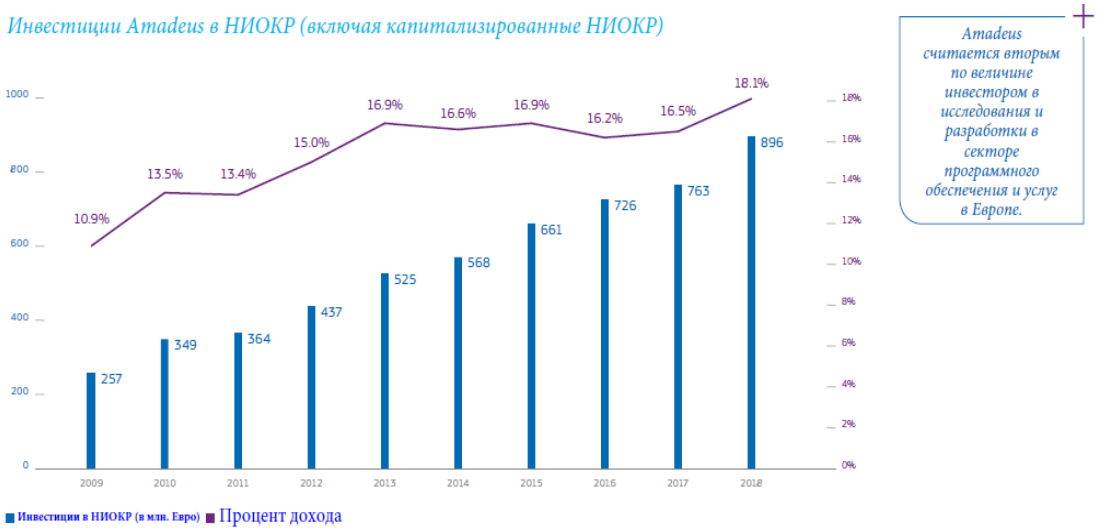


Рис. 4. Инвестиционная деятельность Amadeus

Безопасность. Amadeus постоянно анализирует и совершенствует свои процессы, чтобы быть в курсе будущих угроз, обеспечивая учет и устранение как человеческих, так и технических факторов.

С точки зрения глобальной операционной и технологической перспективы, Amadeus создал независимый Центр безопасности операций (SOC) для мониторинга состояния безопасности услуг, которые он предоставляет клиентам 24/7. Этот сервис также помогает нам понять возникающие технические угрозы и инвестировать в наиболее подходящие технологии для снижения новых рисков. SOC охватывает процесс разработки приложений, инфраструктуру центра обработки данных и офисную деятельность сотрудников. Все сотрудники Amadeus, независимо от их функций и местоположения, проходят ежегодное обучение по передовым методам обеспечения безопасности и конфиденциальности данных.

С января 2017 года Amadeus стал членом Центра обмена и анализа авиационной информации (A-ISAC), что свидетельствует о том, что мы постоянно стремимся повысить доверие наших клиентов и обмениваться передовым опытом.

Безопасность лежит в основе систем Amadeus с точки зрения разработки приложений и операций. Под руководством главного сотрудника по информационной безопасности Amadeus следит за лучшими практиками ИТ-индустрии, обеспечивая безопасность наших данных, наших продуктов и наших сотрудников, реагируя на инциденты безопасности и достигая полного соответствия требованиям безопасности (например, сертификация ISO 27001 или SSAE 16). соответствия). В 2018 году мы продолжили усилия по обеспечению соответствия передовым стандартам безопасности, включая новые разработки из этих стандартов. Amadeus также усилил свои внутренние учебные программы по безопасности.

Amadeus активно работает над введением нового Общего положения о защите данных (GDPR), введенного Европейским сообществом в мае 2018 года в отношении конфиденциальности данных. Глобальный обзор соответствия всех наших систем и процессов, относящихся к личной частной информации (PII), был проведен при поддержке специализированных консалтинговых фирм. Все немедленные действия были реализованы, и был разработан подробный план для дальнейшего развития.

С принятием новых и разрушительных технологий, в качестве социальных сетей, мобильных устройств, больших данных, облачного развертывания и связанных объектов Amadeus должен защищать свои системы и клиентов от новых типов уязвимостей, кибератак и мошенничества. В 2018 году мы добились существенного прогресса в направлении динамичного подхода к контекстной безопасности. Это улучшит активное обнаружение потенциальных инцидентов и способность реагировать на новые методы мошенничества по мере их появления. Amadeus разрабатывает методологии анализа угроз и расширяем наше внешнее сообщество, присоединяясь к консорциуму A-ISAC. Аналитика поведения пользователей и сущностей играет важную роль в методах обнаружения. Amadeus использует искусственный интеллект, чтобы понять динамику мошенничества и злоупотреблений, а также оптимизировать механизмы оповещения, реагирования и восстановления, чтобы минимизировать воздействие ситуаций, которые могут поставить под угрозу деловые операции.

Amadeus был первой глобальной системой распространения, которая представила структурированный API 10 в 2000 году. С тех пор мы опубликовали новые версии на основе XML и веб-сервисов в 2006 году. Сегодня Amadeus предоставляет более 1000 сервисов из центральных приложений, не считая API выставлен для веб-интерфейсов и мобильных устройств. API поддерживает большую экосистему участников путешествий и превращается в сам по себе бизнес с созданием стоимости, поскольку он удерживает Amadeus в качестве источника информации для туристических услуг.

Концепция открытого API в первую очередь заключается в том, чтобы быть более систематическим в раскрытии функциональности в системах Amadeus и в соответствии с лучшими практиками отрасли (т.е. ориентированными на API). Помимо модернизации базовых технических структур, цель заключается в продвижении нашего API в его бизнес-аспекте. Это облегчит создание решений нового поколения, связывая Amadeus со сторонними службами, будь то расширение наших собственных услуг без первоначальных вложений или как способ для клиентов дополнить ценность услуг Amadeus своей собственной разработкой. В 2018 году завершили внедрение общей структуры для API, относящейся к туристическим агентствам, которые по сути являются многопрофильными авиакомпаниями, а также для авиакомпаний и других поставщиков в рамках их ИТ-бизнеса.

Для поддержки клиентов авиакомпаний они начали разработку «цифровой платформы», которая представляет собой еще один шаг в модели API. Цель состоит в том, чтобы предоставить авиакомпаниям полную автономию в разработке собственных прикладных услуг на платформе Amadeus с помощью набора правил и настраиваемых сценариев, сохраняя при этом близость к собственным функциям и данным в Amadeus Altéa. Область применения довольно обширна, начиная от обогащения сайтов

электронной коммерции и заканчивая улучшенным обслуживанием путешественников во время их поездки с помощью персонализированного сервиса и уведомлений. Приложение Amadeus для мерчендайзинга было разработано в 2018 г., следуя аналогичному подходу, позволяя клиентам авиакомпаний адаптировать продукт под свои нужды без вмешательства Amadeus.

Концепция платформ является общей для отрасли и практикуется такими крупными игроками, как Facebook и Salesforce. Amadeus инвестирует в это направление, чтобы стать платформой для индустрии путешествий и развивать экосистему услуг вокруг своих приложений.

American Airlines обновила свой цифровой опыт с Amadeus e-Retail DX

American Airlines необходимо было улучшить качество обслуживания клиентов на своих международных сайтах и оптимизировать их для местных рынков. Сосредоточившись на расширении продуктов, онлайн-конвертации и получении доходов, авиакомпания начала поиск технологического партнера, способного помочь в достижении поставленных бизнес-целей. После шестимесячного процесса оценки авиакомпания решила сотрудничать с Amadeus в своем цифровом путешествии с Amadeus e-Retail DX - самой распространенной в мире системой онлайн-бронирования авиабилетов. У American Airlines и Amadeus уже есть установленные и успешные отношения. Система онлайн-бронирования Amadeus D-Retail DX удовлетворяет все потребности American Airlines, а также способствует быстрой доставке на рынок.

Внедрение системы онлайн-бронирования Amadeus e-Retail DX в работу American Airlines повысило качество обслуживания клиентов, их рост и коэффициент конверсии. В течение трех месяцев этот проект:

- Увеличение общего количества бронирований American Airlines на 17%
- Увеличение цифровых доходов American Airlines на 11%
- Улучшено онлайн-опыт для международных клиентов
- 23 международных сайтов мигрировали в Amadeus e-Retail DX и начал предоставлять впечатляющие результаты для American Airlines и ее клиентов.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] https://www.radixx.com/solutions-and-services/
[2] https://www.radixx.com/solutions-and-services/airline-passenger-services-system/
[3] https://www.sabreairlinesolutions.com/home/#solutions
[4] https://www.sabretravelnetwork.com/home/solutions/product/sabre_red_mobile_workspace
[5] Титоренко Г.А. Информационные технологии – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 110 с.
[6] https://www.airport-technology.com/contractors/baggage/alstef/pressreleases/ pressalstefs-bagxpress-lite-fast-easy-bag-drop-off-solution/ Материалы сайта www.bombadier.com
[7] Cobbold L., Parker A. A pick-me-up for travellers thanks to Blacklane and Amadeus. Amadeus.com. Amadeus.
[8] "Online-Black-Box soll Crashs schneller aufklären" [Online Black Box to solve crashes faster]. Spiegel-Online (in German). 6 June 2009. Retrieved 6 June 2009.

Конакбай З.Е., Гармаш О.В.

Amadeus тарату жүйесінің Қазақстандағы қызметін талдау

Түйіндеме: Авиакомпания клиенттеріне қолдау көрсету үшін олар «сандық платформаны» жасай бастады, бұл API моделіндегі кезекті қадам. Мақсаты - Amadeus Altéa-да өздерінің функциялары мен мәліметтеріне жақындығын сақтай отырып, авиакомпанияларға ережелер мен арнайы сценарийлер жиынтығымен Amadeus платформасында өздерінің қосымшаларын жасауда толық дербестік беру.

Түйінді сөздер: брондау, жолаушылар, авиакомпаниялар.

УДК 004.65.004.75

G.U. Bektemyssova, R.Z. Tagauova, A.M. Akim

DIRECTORY CONSOLIDATION

Summary. In this article we consider the problem of consolidation documents from various sources into the main catalog. This problem is common in web markets and portals. The current automation technology for this process is to create a classifier that uses the classification of documents in the main directory to build a model to predict the category of unknown documents. Our key understanding is that many data sources have their own classification, and classification

accuracy can be improved by factoring implicit information in these source categories. We show how you can improve the classification of Naive Bayes to include similarity information in source directories. Our analysis and empirical evaluation show a significant improvement in the accuracy of directory consolidation.

Key Words: classification, categorization, data mining, directory consolidation, web portals, web markets.

Г.У. Бектемысова, Р.З. Тагауова, А.М. Әкім
(Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан
g.bektemisova@gmail.com, tagauovarz@gmail.com, akbota14.95@gmail.com)

КОНСОЛИДАЦИЯ КАТАЛОГОВ

Аннотация. Мы рассматриваем проблему консолидации документов из разных источников в основной каталог. Эта проблема распространена на веб-рынках и порталах. Текущая технология автоматизации этого процесса состоит в создании классификатора, который использует классификацию документов в главном каталоге для построения модели и прогнозирования категории неизвестных документов. Наше ключевое понимание заключается в том, что многие источники данных имеют свою собственную классификацию, и точность классификации может быть улучшена путем факторизации неявной информации в этих категориях источников. Мы показываем, как можно улучшить классификацию Наивного Байеса, чтобы включить информацию о сходстве, присутствующую в исходных каталогах. Наш анализ и эмпирическая оценка показывают существенное улучшение точности консолидации каталогов.

Ключевые слова: классификация, категоризация, интеллектуальный анализ данных, консолидация каталогов, веб-порталы, веб-рынки.

1 Введение

На сегодняшний день в Казахстане имееются крупные компании, которые являются рынком для электронных компонентов. В их каталоге представлено около десяти миллионов товаров, разделенных на более 27000 категорий. В некоторых случаях крупные дистрибьюторы хотят присоединиться к более успешным рынкам электронных компонентов. Тогда возникает проблема, как быстро консолидировать каталог этого дистрибьютора, который тоже имеет почти миллион товаров разделенных на 15000 категории, в каталог успешной крупной компании.

Эта проблема широко распространена в Интернете, поскольку многие веб-сайты являются агрегаторами информации из разных источников. В магазинах B2C, таких как Amazon, необходимо интегрировать каталоги от нескольких поставщиков. B2B-порталы, Чипцентр и Questlink, каждый из которых имеет собственный каталог, объединившийся для создания eChips. Информационные порталы, такие как Yahoo и Google классифицирует документы по категориям. Можно легко представить веб-сервис, который объединяет два портала. Многие корпоративные порталы теперь объединяют внутрикорпоративную и внешнюю информацию в единую категоризацию.

В этой статье представлен новый метод, помогающий автоматизировать задачу консолидации каталогов. Нами рассматривается рынок электронного портала Каспий.kz, который хочет присоединиться –электронный портал «Технодом». Прямым подходом к решению проблемы консолидации каталогов было бы сформулировать его как проблему классификации [1]. Нами было взято для исследования каталог электронного магазина Каспий.kz, каждую категорию в каталоге мы рассмотрели как класс и информацию о продуктах относящихся к каждой категории, в качестве примеров обучения для соответствующего класса. Таким образом, у нас имеется корректная проблема классификации и учебный набор, и мы можем построить прогностическую модель для классификации продуктов Технодом в категориях Каспий.kz.

Однако, в этом прямом подходе мы полностью игнорировали категоризацию Технодом. С другой стороны, классификация Технодом содержит ценную неявную информацию о сходстве продукта. Предположим, что предсказание классификатора таково, что 97% продуктов, принадлежащих какой-либо категории в каталоге Технодом, попадают в одну категорию в каталог Каспий.kz и 3% в другую категорию. Эти 3% -ные предсказания, вероятно, являются ошибками.

Наш вклад в исследовании заключается в том, как включить скрытую информацию, содержащуюся в каталоге Технодом, в процесс классификации.

Мы показываем, что эта дополнительная информация может существенно повысить точность классификации.

1.1 Постановка задачи

Теперь мы формально определяем проблему консолидации каталога, которую мы решаем.

Документ d представляет собой объект, состоящий из i набора слов и / или ii) набора пар значений атрибута. Включая пары значений атрибутов, мы можем покрывать как текстовые документы, так и описания продуктов.

Каталог представляет собой разбиение набора документов на набор категорий. Нам даны два каталога:

- основной каталог M с набором категорий C_1, C_2, ... C_n и набором документов в каждой категории;

- исходный каталог N с набором категорий S_1, S_2, ..., S_m и другой набор документов.

Нам нужно найти категорию в M для каждого документа в N.

Мы произвольно идентифицируем документы в N, которые не очень хорошо вписываются в M, и дают пользователю возможность добавлять их как новые категории в M.

1.2 Ограничения

Предположение, лежащее в основе нашей модели, состоит в том, что классификация, используемая каталогами M и N, является однородной и имеет значительное перекрытие. Возможно, что категоризации, используемые M и N, могут быть полностью ортогональны друг другу. Например, рассмотрим состав документов, описывающих компании. Категоризация в M по типу бизнеса, тогда как категоризация в N по географическому расположению. В таких случаях неявная информация в N не поможет нам лучше классифицировать документы в M.

Изменения в словах являются проблемой для классификации в целом. Например, в [2] было отмечено, что патенты на подобные изобретения могут содержать очень разную терминологию. Если словарь в N сильно отличается от M, точность классификации, безусловно, будет затронута. Однако эта проблема ортогональна идее использования информации о сходстве в N.

Наша модель выравнивает иерархию каталогов и рассматривает ее как набор категорий. Прошлые исследования [3, 4] показали, что использование иерархической структуры может привести к лучшим результатам классификации, чем к использованию сплющенной структуры. Наши усовершенствования для использования информации в N могут быть легко включены в иерархический классификатор Наивного Байеса, такой как используемый в [4]. Включение этих усовершенствований в другие схемы классификации, такие как классификатор SVM, используемые в [3], требует дальнейшей работы.

Другая проблема, связанная с иерархиями, заключается в том, что иерархия в M может быть более подробной, чем N или наоборот. Если M более детализирован, чем N, наша техника может быть полезна. Например, если N имеет категорию «Автомобили», а у M есть «Спортивные автомобили» и «Седаны», наша техника не поможет различать «Спортивные автомобили» и «Седаны». Тем не менее, это поможет провести различие между этими двумя категориями и сказать «Грузовики». С другой стороны, если N более подробно, чем M, подробные категории в N могут быть сначала объединены в супер категорию, и наша техника может быть применена. Наш метод будет эффективным, даже если он применялся без объединения подробных категорий, тогда в результате получим, что наличие большего количества документов в категориях N приводит к лучшим результатам.

1.3 Сопутствующие работы

Приведение модели классификации для набора категорий, приведенных в качестве примеров объектов для каждой категории, является изученной темой в статистике, машинах обучениях и литературе по интеллектуальному анализу. Например, [1] рассматривается обзора различных методов классификации. Классификаторы Наивного-Байеса [5] конкурируют с другими методами в точности [4-9]. Они также быстрые: для создания модели требуется только один проход по документам, и они быстро классифицируют новые документы. Наше предлагаемое решение также является байесовским.

Наблюдение за тем, что методы классификации могут использоваться для назначения документов иерархии, было ранее сделано в связи с системами папок. Предложения по разработке моделей классификации для маршрутизации электронной почты включают [10-13]. Другие системы предоставляют агентам, которые помогают пользователям электронной почты, предсказывая действия, которые пользователь может предпринять [14, 15]. Компания SONI [16] использует агломеративную текстовую кластеризацию для организации результатов запросов к сетевым источникам информации и Наивный Байесовский классификатор для организации новых документов в рамках существующей

схемы категоризации. Классификация текста также применяется в других областях, например [17] показал, насколько хорошо документы КОВ (Комиссия по обмену валюты) могут быть классифицированы по категориям. Ни одна из этих систем не относится к задаче объединения иерархий.

Система Athena [10] включает в себя возможность реорганизации иерархии папок в новую иерархию. Пользователь предоставляет примеры документов для каждого узла новой иерархии, который используется в качестве учебного набора для изучения модели классификации для новой иерархии. Документы из старой иерархии затем маршрутизируются в новую иерархию с использованием этой модели. Но никакая информация из старой иерархии не используется при построении модели или маршрутизации документов.

2 Подход к консолидации каталога

Мы начнем с краткого обзора Наивного Байесовского классификатора, а затем дадим базовый алгоритм, который применяет этот метод для простого слияния каталогов.

2.1 Наивный Байесовский классификатор

Наивный Байесовский классификатор оценивает апостериорную вероятность категории C_i, которая дает документ d по правилу Байеса [1]:

$$Pr(C_i|d) = \frac{Pr(C_i)Pr(d|C_i)}{Pr(d)} \quad (1)$$

Мы можем игнорировать Pr (d), так как он одинаков для всех категорий, и нам нужна только относительная вероятность категорий, чтобы определить назначение категории d. $Pr(C_i)$ оценивается, как

$$Pr(C_i) = \frac{\text{Количество документов в категории } C_i}{\text{Общее количество документов в наборе данных}} \quad (2)$$

для легкого вычисления.

Мы рассматриваем Pr (d $|C_i$) как вход в наш расширенный алгоритм. Мы рассмотрим здесь, как вычислить Pr(d$|C_i$) только для случая текста, и отсылаем читателей к [1] для расширений к случаю, когда документ также содержит набор пар атрибут-значение.

Для оценки первого слагаемого в правой части уравнения 3, предположим, что слова из d не зависят друг от друга. Мы получаем,

$$Pr(d|C_i) = [\prod_{t \in d} Pr(t|C_i)] \quad (3)$$

1. For each category C_i in M, compute $Pr(C_i)$ and $Pr(t \mid C_i)$. (Eqs. 2 and 4, respectively).
2. For each category S in N:
For each document d in S:
(a) Compute $Pr(C_i \mid d)$ for each category C_i in M using the statistics computed in Step 1 (Eqs. 1 and 3).
(b) Assign d to the category with the highest value for $Pr(C_i \mid d)$.

Рис.1. Базовый алгоритм

где t представляет слова (токены). Для оценки $Pr(t \mid C_i)$ мы вычисляем частоту появления каждого слова, входящего в любое текстовое описание набора документов в категории C_i. Пусть $n(C_i,t)$ - количество вхождений слова t в документы в категории C_i (подсчет множественных вхождений), а $n(C_i) = \sum_t n(C_i, t)$ общее количество слов в документах в категории C_i. Тогда оценка максимального правдоподобия для $Pr(d \mid C_i)$ является просто $n(C_i, t)/n(C_i)$. Тогда оценка максимального правдоподобия для Pr(t $|C_i$) просто. Однако использование этой оценки даст вероятность нуля для любого слова, которое не встречается ни в одном из документов в категории, и, следовательно, приводит к нулю для любого документа d, содержащего слово, не содержащееся в категории C_i. Следуя [1], мы рассматриваем эту проблему, используя закон последовательности Лидстона, чтобы сгладить оценку максимального правдоподобия. Для $\lambda \geq 0$ оценим $Pr(t \mid C_i)$

$$Pr(t|C_i) = \frac{n(C_i,t)+\lambda}{n(C_i)+\lambda|V|} \quad (4)$$

как | V | - размер словаря (т. е. количество отдельных слов в текстовых описаниях во всех документах). Приведенная оценка представляет собой линейную интерполяцию оценки максимального правдоподобия $n(C_i,t)/ n(C_i)$ и равномерной предшествующей $1/|V|$. Оптимальное значение λ вычисляется с использованием случайно выбранного подмножества документов в M в качестве набора проверки, т. е. мы строим классификационную модель с использованием остальной части M и вычисляем точность модели для разных значений λ при заданной проверке.

2.2 Основной алгоритм

На рисунке 1 представлен базовый метод, который использует стандартную методику Наивного Байеса. Сначала мы строим классификационную модель, используя набор документов уже в M. Эта классическая модель, затем используется для размещения документов из N в M. Обратите внимание, что в зависимости от параметров политики:

- документ d может быть присвоен более чем одной категории (например, C_i и C_j), если Pr(Ci/d) $Pr(C_j/d)$ и Pr(Cj/d) оба имеют высокие значения;

- если для некоторого документа d значение $Pr(C_i|d)$ является низким для всех категорий, тогда d может быть оставлено в стороне для ручной классификации, возможно включение в новую категорию M;

- если для некоторой категории S в N большая часть документов удовлетворяет предыдущему условию, S может быть помечен как кандидат на то, чтобы стать новой категорией M. Основное внимание в этой статье уделяется повышению точности классификации за счет включения неявной информации, имеющейся в N. Поэтому для удобства изложения мы предполагаем в оставшейся части статьи, что каждый документ в N присваивается ровно одной категории в M.

3 Выводы

Мы представили метод консолидации документов из исходного каталога в главный каталог, который использует неявную информацию, присутствующую в исходном каталоге: документы в той же категории аналогичны в исходном каталоге. Наша методика улучшает стандартный Наивный Байесовский классификатор, используя эту информацию при классификации исходных документов. Мы показали через анализ, что наивысшая точность, достигаемая с помощью нашей расширенной техники, может быть не хуже, чем то, что может быть достигнуто при стандартной классификации Наивес Байеса.

Наши эксперименты с использованием экспериментальных данных, а также реальных данных показывают, что предлагаемый метод может привести к значительному улучшению точности. Использование набора настроек для выбора веса для получения неявной информации позволяет улучшить наш расширенный алгоритм значительно лучше.

ЛИТЕРАТУРА

[1] T. M. Mitchell. Machine Learning. McGraw-Hill, 1997.

[2] L.S. Larkey. A patent search and classification system. In The Fourth ACM Conference on Digital Libraries, pages 79–87, Berkeley, CA, August 99.

[3] S.T. Dumais and H. Chen. Hierarchical classification of web content. In Proc. of the 23rd Int'l ACM Conf. on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR), pages 256–263, Athens, Greece, August 2000.

[4] S. Chakrabarti, B. Dom, R. Agrawal, and P. Raghavan. Using Taxonomy, Discriminants, and Signatures for Navigating in Text Databases. In Proc. of the 23rd Int'l Conf. on Very Large Databases, pages 446–455, 1997.

[5] I. Good. The Estimation of Probabilities: An Essay on Modern Bayesian Methods. M.I.T. Press, 1965.

[6] D. Lewis and M. Ringuette. A comparison of two learning algorithms for text categorization. In In Third Annual Symposium on Document Analysis and Information Retrieval, pages 81–92, 1994.

[7] K. Lang. News Weeder: Learning to Filter Net-News. In Proc. of the 12th Int'l Conf. on Machine Learning, pages 331–339, 1995.

[8] M. Pazzani and D. Billsus. Learning and Revising User Profiles: The identification of interesting web sites. Machine Learning, 27:313–331, 1997.

[9] A. McCallum and K. Nigam. A Comparison of Event Models for Naive Bayes Text Classification. In AAAI-98 Workshop on "Learning for Text Categorization", 1998.

[10] R. Agrawal, R. Bayardo, and R. Srikant. Athena: Mining-based Interactive Management of Text Databases. In Proc. of the Seventh Int'l Conference on Extending Database Technology (EDBT), Konstanz, Germany, March 2000.

[11] W. Cohen. Learning Rules that Classify E-Mail. In Proc. Of the 1996 AAAI Spring Symposium on Machine Learning in Information Access, 1996.

[12] M. Sahami, S. Dumais, D. Heckerman, and E. Horvitz. A Bayesian Approach to Filtering Junk E-mail. In Proc. of the AAAI'98 Workshop on Learning for Text Categorization, Madison, Wisconsin, 1998.

[13] R. Segal and J. Kephart. MailCat: An Intelligent Assistant for Organizing E-Mail. In Proc. of the Third Int'l Conf. on Autonomous Agents, 1999.

[14] P. Maes. Agents that ReduceWork and Information Overload. Communications of the ACM, 37(7):31–40, 2004.

[15] T. Payne and P. Edwards. Interface Agents that Learn: An Investigation of Learning Issues in a Mail Agent Interface. Applied Artificial Intelligence, 11:1–32, 2011.

[16] M. Sahami, S. Yusufali, and M. Baldonado. Sonia: A service for organizing networked information autonomously. In Proc. of the Third ACM Conference on Digital Libraries, pages 200–209, 2008.

[17] R. Dolin, J. Pierre, M. Butler, and R. Avedon. Practical evaluation of IR within automated classification systems. In Proc. of the 8th Int'l Conf. on Information and Knowledge Management (CIKM), Kansas City, Nov. 2009.

Бектемысова Г.У., Тагауова Р.З., Әкім А.М.

Каталогтарды консолидациялау

Түйіндеме. Бұл мақалада әр түрлі көздерден алынған құжаттарды негізгі каталогқа біріктіру мәселесі қарастырылған. Бұл проблема веб-нарықтар мен порталдарда жиі кездеседі. Бұл процесті автоматтандырудың ағымдағы технологиясы белгісіз құжаттар санатын болжауға модель құру үшін негізгі каталогтағы құжаттардың жіктелуін қолданатын классификаторды құру болып табылады. Біздің негізгі түсінігіміз, көптеген деректер көздерінің өзіндік жіктелуі бар, ал классификацияның дәлдігін осы дереккөз санаттарында жасырын ақпаратты факторлау арқылы жақсартуға болады. Бастапқы каталогтардағы ұқсас ақпаратты қосу үшін Байес классификациясын қалай жақсартуға болатындығын көрсетеміз. Біздің талдауымыз және эмпирикалық бағалауымыз каталогтарды біріктірудің нақтылығы едәуір жақсарғанын көрсетеді.

Түйін сөздер: жіктеу, санаттау, зияткерлік деректерді іздеу, каталогтарды консолидациялау, веб-порталдар, веб-нарықтар.

УДК 62-83-52

[1]D. Akpanbetov, [2]A. Nurumov, [3]Zh. Toygozhinova, [1]A. Kuandik
([1]Kazakhstan engineering technological university, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: akpanbetov.d@gmail.com,
[2]LLP «PSI ENERGY & CONTROL, Almaty, Kazakhstan,
[3]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan)

ENERGY EFFICIENT ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM OF SRP

Abstract. The article considers the possibilities of regulating the speed of rotation of the SRP electric drive with the exception of sensors and with improved energy consumption based on the method of the angle of balance of the installation in the range of 0.8-1. The method of indirect determination of the moment and linear movement of the polished rod for the formation of dynamograms is proposed, which in turn excludes the use of any basic sensors. In the process of research, the unbalanced system and the balanced system were considered and the facts of reducing peak currents of energy consumption reduction were revealed. The results of the research on the proposed model with the applied algorithm for automatic balance gave positive indicators.

Keywords: electric drive, energy saving, sucker rod pump, modeling.

Д.Б. Акпанбетов, А.А. Нурумов, Ж.Ж. Тойгожинова, Ә.Б. Қуандық
([1]Казахстанский инженерно-технологический университет, Алматы, Республика Казахстан, E-mail: akpanbetov.d@gmail.com,
[2]ТОО «PSI ENERGY & CONTROL, Алматы, Республика Казахстан,
[3]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан)

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ШГН

Аннотация. В статье рассматриваютя возможности регулирования скорости вращения электропривода ШГН с исключением датчиков и с улучшенными показателями энергопотребления на основе метода угла сбалансированности установки в пределах 0,8-1. Предложен метод косвенного определения момента и линейного перемещения полированного штока для формирования динамограмм, исключающей в свою очередь, использование каких либо основных датчиков. В процессе исследований рассматривались несбалансированная система и сбалансированная система и выявлялись факты снижения пиковых токов, таким образом снижения

энергопотребления. Результаты исследований по предложенной модели с применяемым алгоритмом по автоматической сбалансированности дали положительные показатели.

Ключевые слова: электропривод, энергосбережение, штанговый насос, моделирование.

Введение. В настоящее время наблюдается активное внедрение частотно-регулируемых электроприводов (ЧРП) во всех отраслях, в том числе и в нефтегазовой промышленности Казахстана. Насчитывается примерно 920 000 нефтяных скважин во всем мире, и около 87% из них эксплуатируются с помощью искусственных насосных агрегатов [1]. Различные типы искусственных насосов эксплуатируются на месторождениях добычи нефти, таких как штанговые глубинные насосы (ШГН), гидравлические насосы, поршневые насосы, электрические погружные насосы и т.д. Среди них ШГН наиболее распространены, составляющие около 71% во всем мире. Энергосбережение ШГН установки играет важную роль в решении ряда следующих проблем: низкая прибыль, энергетический кризис и загрязнение окружающей среды при выкачивании нефти. Общеизвестно, что ШГН имеют огромную установленную емкость во всем мире, и на нее приходится одна треть общего потребление энергии на нефтяных месторождениях [2]. К сожалению, энергоэффективность такого рода сооружения в настоящее время в среднем очень низкая, например, в Китае существует не менее 100 000 единиц штангово-глубинных станций, общая установленная мощность может достигать 3500 МВт, а потребляемая мощность больше, чем 10 млрд. кВтч в год [3].

Статистические данные показывают [4], что в Казахстане среднее значение потребления электроэнергии в нефтегазовой отрасли к объему произведенной электроэнергии составляла 6,0%, а в последние два года доля составила 6,7%.

Энергоемкость производства в нефтегазовой отрасли растет. Учитывая то, что тарифы на электрическую энергию для юридических лиц, выше, чем для населения, вопросы энергосбережения и повышения энергоэффективности являются актуальными задачами. Несмотря на достинства в эксплутации, в работе ШГН, как и всех других видов, приходится сталкиваться с непредвиденными факторами, которые снижают коэффициент эффективности.

Методы. Анализируя основные тенденций и актуальные технологии по повышению эффективности ШГН с приоритетом снижения энергопотребления авторами учитываются следующие научно-технические предпосылки: *использование преобразователей частоты* в управлении скорости полированного штока является наиболее эффективным способом. Преимущества данного предложения:

– существует множество типов преобразователей частоты, имеющих общие технические характеристики, независимо от производителей, как дополнительное измерение электрических параметров как ток, напряжение, активная, реактивная полная мощности, коэффициент мощности и электромагнитный момент;

– все современные преобразователи частоты совместимы для работы с программируемыми логическими контроллерами, за счет наличия цифровых входов и выходов, как для задания оптимальной скорости от контроллера, так и для передачи информации о значениях электромагнитного момента;

– прикладные функции преобразователей частоты позволяют обеспечить безопасные защиты от перегрузок двигателя и наиболее гибко перестраивать технологию под периферийные устройства.

– самым актуальным является динамический способ управления скоростью электродвигателя с помощью преобразователя частоты с учетом циклического характера нагрузки ШГН;

– управление электроприводом насоса с помощью частотного преобразователя позволяет не только плавно регулировать скорость качаний, но и осуществлять внутри ходовую модуляцию – изменять скорость движения штока внутри цикла качания. Такой режим работы обеспечивает: меньший износ насосного оборудования, более полное заполнение цилиндра жидкостью, увеличение нефтеотдачи и снижение потребления электроэнергии.

Механически сбалансированные элементы.

Чтобы определить мгновенные и средние потребности в энергии, а также другие рабочие параметры насоса, необходимо рассчитать мгновенные моменты вращения вала кривошипа. Как правило, в соответствии с рисунком 1, можно выделить три вида крутящих моментов:

1) Крутящий момент стержня является результатом нагрузки на полированный шток и может быть рассчитан на основе кинематических параметров устройства.

2) Противовесный крутящий момент представляет собой синусоидальный крутящий момент в зависимости от угла поворота вала кривошипа и необходим для перемещения противовеса с постоянной угловой скоростью.

3) Инерционные моменты представляют собой энергию, запасенную и выпущенную из ускоряющих частей насосного агрегата, и обычно не учитывается.

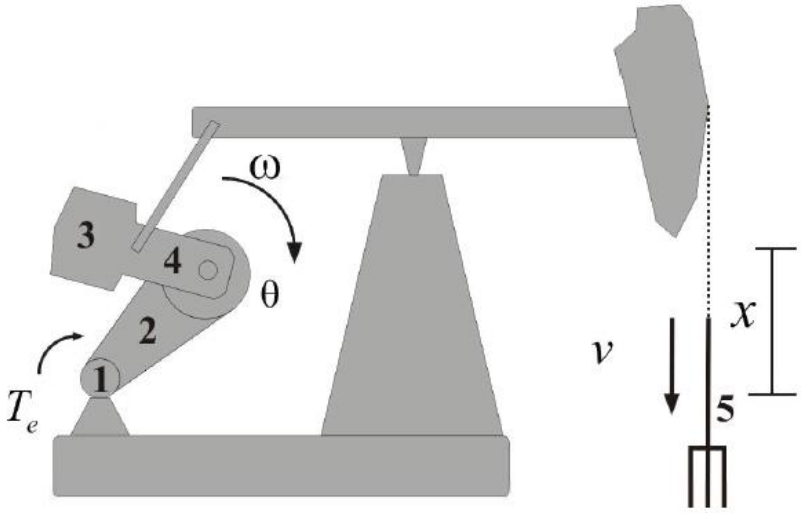


Рис.1. Штанговый глубинный насос

Чистая нагрузка по крутящему моменту на редукторе скорости является алгебраической суммой вышеуказанных компонентов. Это момент, который должна преодолеть мощность, подводимая первичным электродвигателем двигателем [5,6]: 1) электродвигатель (АД), 2) редуктор, 3) противовес, 4) кривошип, 5) полированный шток (штанга).

Момент противовеса

В большинстве случаев вращающиеся противовесы, прикрепленные к кривошипу, используются для уравновешивания насосного агрегата. Противовесы создают механический момент вокруг коленчатого вала, который равен весу противовесов, умноженному на расстояние между их центром тяжести и коленчатым валом. Поскольку момент рычага непрерывно изменяется при вращении кривошипа во время цикла качания, крутящий момент, необходимый для поворота противовесов вокруг коленчатого вала, зависит от угла поворота коленчатого вала. Легко увидеть, что уравновешивающий момент противодействует крутящему моменту стержня в направлении и изменяется в зависимости от синусоидальной функции угла поворота коленчатого вала.

В случае насосного агрегата стандартных типоразмеров максимальный момент вращающихся противовесов, кривошипов и шатунных валов, измеряется при расположениях горизонтально. Это связано с тем, что центр тяжести противовесов обычно падает на осевую линию шатунов. В исключительных случаях, используются другие виды, в которых центр тяжести противовеса приводит или задерживает движение кривошипа [7-9].

Оптимальный противовес

Основной целью уравновешивания насосного агрегата является выравнивание нагрузок на редуктор во время цикла накачки. Использование балансирных или поворотных противовесов создает противовесный крутящий момент, который противодействует крутящему моменту штока и, таким образом, уменьшает пиковый чистый крутящий момент, возникающий на коленчатом валу. Поскольку величина крутящего момента противовеса легко изменяется (путем изменения противовесов и / или их положения на кривошипе или с помощью других средств), наиболее часто можно найти оптимальное или идеальное состояние противовеса. Использование правильного противовеса имеет много полезных эффектов, таких как:

– Размер редуктора (номинальный крутящий момент) может быть значительно уменьшен по сравнению с несбалансированным состоянием.

– Размер требуемого первичного двигателя также меньше с соответствующей более низкой потребностью в энергии для перекачки.

– Более плавная работа правильно сбалансированного редуктора скорости снижает затраты на техническое обслуживание и увеличивает срок службы оборудования.

Методы расчета нахождения идеального противовеса дают следующие полезные результаты:

– равные пиковые значения крутящего момента при подъеме и опускании

– равные расходы мощности для повышения и понижения

– минимальный коэффициент циклической нагрузки, рассчитанный по значениям чистого крутящего момента

В мировой практике первый из вышеперечисленных принципов является общепринятым. Gipson и Swaim представляли процедуру, которая позволяет рассчитать подходящий момент противовеса в соответствии с этим подходом. Используя ту же теорию, Keating et al. разработал полевую процедуру, которая обеспечивает минимум работы для достижения оптимальных условий. После подробно был описан последний из вышеперечисленных методов, предложенных ученным Takacs. Обоснование минимизации коэффициента циклической нагрузки заключается в оценке энергопотребления насосов. Как обсуждалось ранее, номинальная мощность электродвигателя для работы насосов должен быть уменьшен с помощью коэффициента электрической циклической нагрузки (CLF), который уменьшает вероятность перегрева двигателя из-за циклической нагрузки. Этот CLF может быть легко вычислен, если он основан на модели чистого крутящего момента, потому что характеристики электрического тока в зависимости от крутящего момента насосных двигателей являются линейными. CLF, определенный таким образом, представляет собой отношение среднеквадратичного значения и среднего чистого крутящего момента за цикл откачки:

Поскольку требуемая мощность первичного двигателя прямо пропорциональна коэффициенту циклической нагрузки, чем ниже CLF, тем ниже энергопотребление при подъеме жидкости. Но значение CLF можно изменить по желанию, отрегулировав противовесы, поэтому логическим решением для нахождения оптимального условия противовеса является минимизация коэффициента циклической нагрузки (CLF). Таким образом, этот подход обеспечивает минимальные требования к потребляемой мощности и может повысить экономичность перекачки.

Пренебрегая потерями в механических элементах передач и шарнирах, можно утверждать, что генерируемая мощность должна быть равна мощности, используемой в штоке и в противовесе, что приводит к уравнению [5]:

$$(T+T_{cb})\frac{\omega \text{ кривошипа}}{v \text{ штока}} = P \text{ штока}, \quad (1)$$

где T - момента на приводе (сторона кривошипа),

T_{cb} - крутящий момент противовеса,

T - оценка электрического крутящего момента на первичной стороне,

ω - кривошип угловая скорость, стержень v - скорость стержня,

v - угловая скорость ротора.

Для оценки нагрузки необходимо знать все значения из этого уравнения. Компонент электрического крутящего момента может быть оценен с помощью преобразователя частоты, тогда как компонент крутящего момента противовеса может быть измерен во время идентификационного прогона насосной системы с нулевым значением нагрузки на шток. Скорость вращения кривошипа не измеряется и, кроме того, не может быть оценена путем применения передаточного числа на редукторе, поскольку это значение неизвестно в случае реальной системы, и на практике может иметь несколько значений передаточного числа. Последнее значение, необходимое для определения нагрузки на шток – это, скорость шатуна, которую можно рассчитать. Скорость стержня является производной от положения стержня, и, следовательно, важно иметь информацию о положении стержня, чтобы получить значения скорости стержня.

В итоге коэффициент сбалансированности (λ) ШГН для определения оценки энергоэффективности можно выразить формулой:

$$\lambda = \int_{t \in T_n} (U(t) \cdot I(t) \cdot \cos\varphi) dt \Big/ \int_{t \in T_c} (U(t) \cdot I(t) \cdot \cos\varphi) dt, \quad (2)$$

где T_n - время работы в режиме"подъем", сек;

T_c - время работы в режиме "спуск",сек;

$U(t)$ - напряжение электродвигателя в функции времени, Вольт;

$I(t)$ - потребляемый ток электродвигателя в функции времени, Ампер;

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности электродвигателя, безразмерная.

Исключение датчиков из системы на основе предложенных математических моделей определения параметров карты динамометрирования, с целью снизить стоимостные показатели ШГН и расходы на ремонт или же замену датчиков:

$$Q_{PR}(\theta) = \frac{1}{TF(\theta)}\left[\upsilon \cdot T_M(\theta) + M \cdot \sin(\theta + \tau)\right] + Q_{SU} \qquad (3)$$

где Q_{PR} - момент полированного штока, Н м;

TF - фактор момента, безразмерная;

T_M - вращающий момент электродвигателя, Н м.

Q_{SU} - структурный небаланс, Н;

M - момент противовеса, Н м;

θ - угловое перемещение кривошипа, радиан;

τ - сдвиг фаз между плечом кривошипа и линией противовеса, радиан.

Таким образом, в данной начной работе предлагается система управления штаноговым глубинным насосом, в соответствии с рисунком 2.

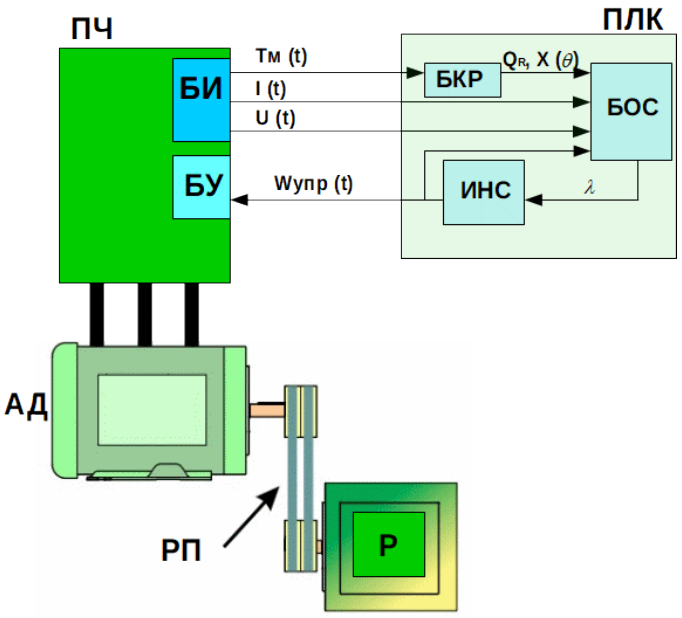


Рис.2. Блок схема бездатчикой системы управления ШГН

В настоящее время существует интерес к внедрению ЧРП во всех отраслях нефтегазовой промышленности, это обеспечит энергосбережение, увеличение ресурса оборудования, обеспечение оптимальных условий эксплуатации.

Авторами предлагается система управления ШГН с исключением датчиков и с улучшенными показателями энергопотребления на основе метода угла сбалансированности установки в пределах 0,8-1; предлагается метод косвенного определения момента и линейного перемещения полированного штока для формирования динамограмм, исключающей в свою очередь, использование каких либо основных датчиков.

На практике [4] существуют несколько косвенных способов определения угла сбалансированности, через временные отношения, пиковые токи, потребления полной мощности и пиковые моменты нагрузок между спуском и подъемом штанговых глубинных насосов. Эти методы имеют высокую практическую ценность, но в то же время большие эксплуатационные расходы. Поэтому требуется внедрение интеллектуальных алгоритмов управления, которое является наилучшим способом обеспечения сбалансированности установки.

Результаты

Оценка энергоэффективности ШГН путем косвенных замеров электрических параметров электропривода.

После подготовки симуляций нагрузки, мы перешли к подготовке алгоритма управления по и оценки системы на энергоэффективность. Энергоэффективность достигается за счёт снижения пиковых и номинальных нагрузок привода, это означает что при подъёме и спуске привод должен затрачивать примерно одинаковую мощность. В нашей системе программа как показан алгоритм на рисунке 4 считает токи на подъёме и спуске на каждом цикле качаний.

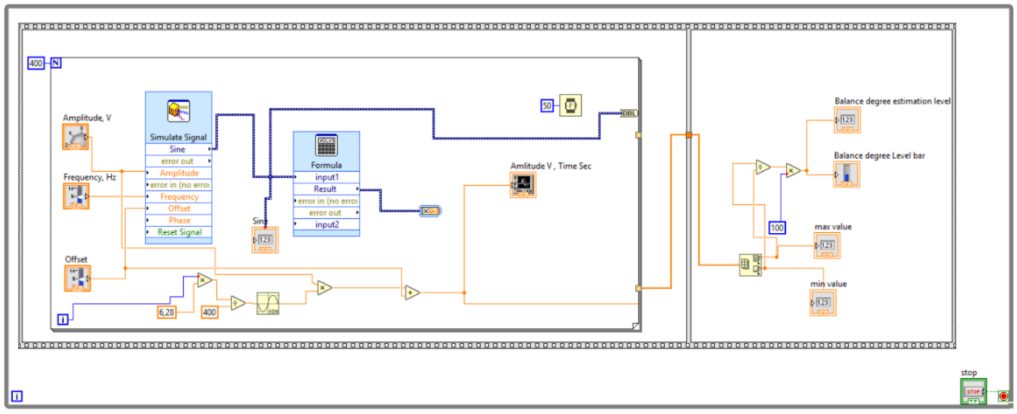


Рис.3. Блок-диаграмма, моделирование нагрузки на контроллер порошкового тормоза MEROBEL на базе NI LabVIEW

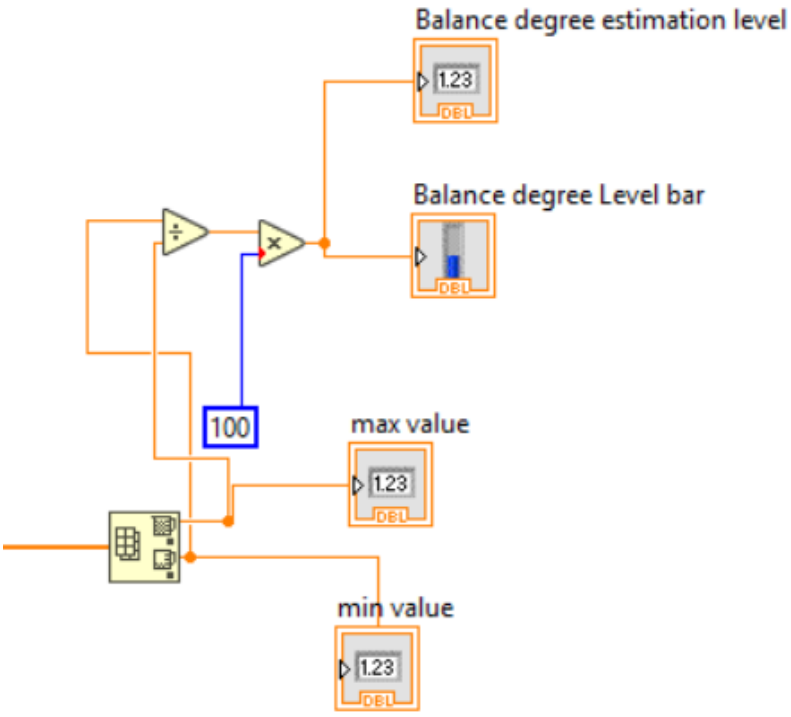


Рис.4. Алгоритм оценки сбалансированности

На платформе LabVIEW в данной части, спуск и подъем определяется периодом синусоиды. Посредством периодического обновления информаций после каждого цикла (периода качаний) рассчитываются максимальное значения тока при условном спуске и подъем. Далее система считает коэффициент сбалансированности и выводит на лицевую панель (front panel) в процентном соотношении от 0-100%, который служит роль HMI (Human machine interface) терминала.

В работе имитировались несбалансированные системы, и результаты можно увидеть сразу же в онлайн режиме с опозданием примерно 12-13 с, так как система обновляет и выдает актуальные данные после завершения цикла, следующую информацию по сбалансированности можно увидеть через 12-13 секунд.

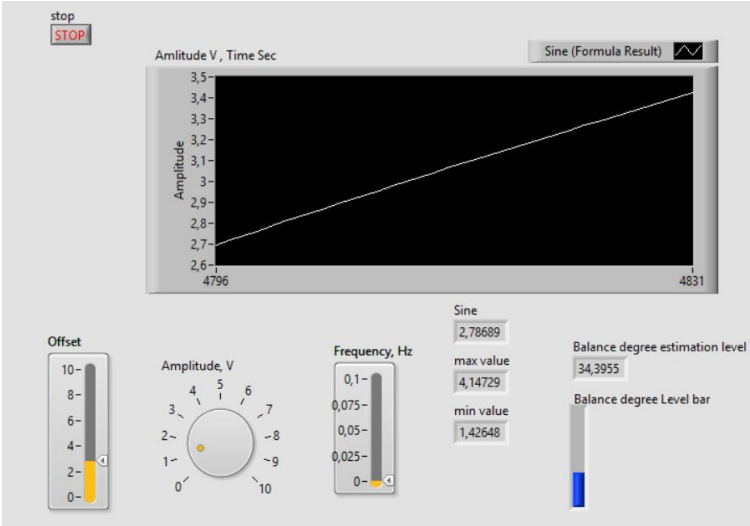


Рис.5. Алгоритм оценки сбалансированности фронт панель, пример симуляций несбалансированной системы (виртуальный HMI терминал и онлайн мониторинг процесса)

Фронт панель позволяет не только наблюдать за текущими изменениями процесса как SCADA система, но и в режиме реального времени управлять всеми процессами, меняя параметры по амплитуде, частоты, смещению. Что является очень удобным для выполнения экспериментов. В этом разделе мы имитировали сбалансированные и несбалансированные режимы и наблюдали (Balance degree estimation) оценку сбалансированности. Актуальные результаты на рисунке 5. где после оценки система показала текущую сбалансированность 33 процента. На рисунке 6 результат после симуляций по увеличению сбалансированности, выявило значение равное 86 процентов.

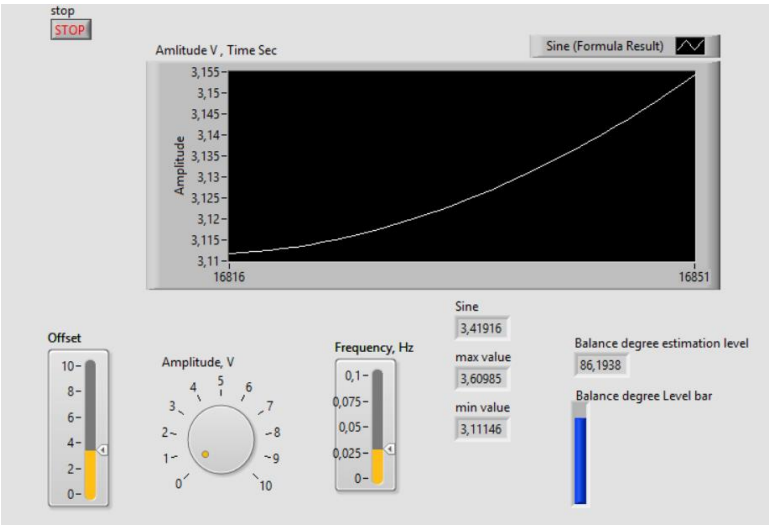


Рис.6. Фронт панель, пример симуляций более сбалансированной системы (виртуальный HMI терминал и онлайн мониторинг процесса)

Обсуждение. В процессе исследований рассматривались несбалансированной системы и сбалансированной системы и выявлялись факты снижения пиковых токов снижения энергопотребления.

Процент сбалансированности определяться путем соотношения потребляемых активных мощностей *dP/dt* в режимах спуска и подъема полированного штока штангового глубинного насоса. В свою очередь, использование электрических сигналов по обратной связи исключит какие-либо запаздывания, связанные с инерционностью системы.

Для косвенных методов применена математическая модель по определению параметров поверхностной динамограммы, как момент и линейная скорость перемещения полированного штока. Основные параметры – электромагнитный момент электродвигателя, который зависит от тока потребления двигателя, что напрямую зависит на энергозатраты.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Касюк С.Т. О политике и анализа энергосбережения и повышения энергетической эффективности в ЕС. // Энергосовет № 2 (44), 2016.

[2] Хакимьянов М.И.0 Пачин М.Г. Методика обработки динамограмм в информационно-измерительных системах управления штанговыми глубинными насосами. // Вестник УГАСТУ, 2012. №6(51). – С.32-36.

[3] Шейкин Д. А. Нефтегазовая отрасль Республики Казахстан АО «Рейтинговое агентство Регионального финансового центра города Алматы», 2016. https://kase.kz/files/ra_rfca_reports/rfca_oil_and_gas_sector_01_10_16.pdf

[4] Lv, Hongqiang & Liu, Jun & Han, Jiuqiang & Jiang, An Energy Saving System for a Beam Pumping Unit. Sensors. 2016, 16. 685. 10.3390/s16050685.

[5] Tuomo Lindh, Jan-Henri Montonen, Maxim Grachev, Markku Niemelä Generating Surface Dynamometer Cards for a Sucker-Rod Pump by Using Frequency Converter Estimates and a Process Identification Run. 5th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG): Riga, Latvia, pp.416-421. 2015.

[6] Luo, Y.; Luo, Y.; Wang, Y. A multifunction energy saving device with a novel power-off control strategy for beam pumping motors. In Proceedings of the 2009 Record of Conference Papers-Industry Applications Society 56th Annual Petroleum and Chemical Industry Conference, Anaheim, CA, USA, 2009; pp. 1–7.

[7] Софьина Н.Н., Шишлянников Д.И.,.Корнилов К.А, Вагин Е.О. Способ контроля параметров работы и техническое состояния штанговых скважинных насосных установок // Master's Journal. 2016. № 1. С. 247-257.

[8] Tacaks Gabor. Sucker-Rod Pumping Manual: PennWell Corp., 2003. – 395p.

[9] Хакимьянов М.И. Удельный расход электроэнергии при механизированной добыче нефти штанговыми глубиннонасосными установками. // Вестник УГАСТУ, 2014. №2(63). – С.54-60.

Акпанбетов Д.Б., Нурумов А.А., Тойгожинова Ж.Ж., Қуандық Ә.

Штангілі терең сорғының энергиялық тиімді басқару жүйесі

Түйіндеме. Мақалада датчиктер ескермей энергияны тұтыну көрсеткіштері жақсартылған ШТС электр жетегінің айналу жылдамдығын реттеу мүмкіндіктері қарастырылады. Негізгі әдіс ретінде қондырғының 0,8-1 аумағындағы баланстау бұрышының әдісі қолданылған. Негізгі датчиктерді қолданбай, моментті және штоктың сызықтық қозғалысын жанама анықтау әдісі ұсынылады. Зерттеу барысында балансталған және балансталмаған жүйелер қарастырылып, пиктік токтардың төмендеуі байқалды, демек энергияның тұтынылуының азайғандығы орын алды. Автоматты баланстау алгоритммен ұсынылған модель бойынша зерттеу нәтижелері оң ккрсеткіштер берді.

Түйіндік сөздер: электр жетегі, энергияны үнемдеу, штангілі сорғы, модельдеу.

ӘОЖ 378.126.002.6

N.A. Toyganbaeva, G.A. Tyulepberdinova, G.G., Gaziz
S.A. Adilzhanova, M.Zh Sakypbekova
(Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
E-mail: tyulepberdinova@mail.ru)

METHODOLOGICAL AND RESOURCE BASES FOR THE USE OF PORTAL IN EDUCATION

Abstract: The article is devoted to the introduction of scientific, methodological and informational and resource base of the specialized portal “Virtual Academy of the Academy”. The implementation of the portal is carried out by creating a virtual corporate network. As a result, a progressive process occurs when the teacher complements his completed e-books with his achievements. The role and status of the teacher vary considerably. Creation and working out of information resources became creative process of the union of teachers, scientific, programmers, designers which

became possible as a result of judgement of pedagogical technology of their designing as open developing system. The progressive tendency when the teacher himself supplements ready electronic textbooks with own workings out as a result was outlined. It essentially changes a role and the status of the teacher. In this article science-methodological and information –resource bases of special portal "Virtual school academy" function are described. Introducing of the portal implements by creating of virtual-corporative net.

Keywords: electronic information, Internet, information and communication technologies, new libraries, pedagogical technologies.

Н.А. Тойганбаева, Г.А. Тюлепбердинова, Г.Г. Газиз,
С.А. Адилжанова, М.Ж. Сақыпбекова
(Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г.Алматы
E-mail: tyulepberdinova@mail.ru)

БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІНДЕ ПОРТАЛДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ МЕТОДОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ РЕСУРСТЫҚ НЕГІЗІ

Аңдатпа. Ақпараттық ресурстарды жасау және өңдеу оқытушылардың, ғалымдардың, программисттердің, дизайнерлердің шығармашылық үрдісіне айналды, ол педагогикалық технологияларды ашық жобалау жүйесі ретінде түсіну нәтижесінде мүмкін болады. Нәтижесінде, мұғалім аяқталған электронды оқулықтарды өзінің жеке жетістіктерімен толтырған кезде, прогрессивті үрдіс. Мұғалімнің рөлі мен мәртебесі айтарлықтай өзгереді. Мақалада арнайы мамандандырылған «Виртуалды мектеп академиясы» порталының ғылыми-методологиялық және ақпараттық-ресурстық негізінің іске асырылуы қарастырылады. Порталды ендіру виртуальды корпоративті желі құру арқылы жүзеге асады. Нәтижесінде, мұғалім аяқталған электронды оқулықтарды өзінің жеке жетістіктерімен толтырған кезде, прогрессивті үрдіс бар. Мұғалімнің рөлі мен мәртебесі айтарлықтай өзгереді.

Кілттік сөздер: электронды ақпарат, интернет, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, жаңа кітапханалар, педагогикалық технологиялар.

Электрондық ақпарат құралдары бүгінде өміріміздің ажырамас бір бөлігіне айналып кеткендей. Мұндай маңызды мақсатқа ақпараттық-коммуникациялық технологиялар мен интернетті барлық орта және жоғары оқу орындары мен ғылыми-зерттеу институттарында бүгінгі заман талабына сай қолдану арқылы ғана қол жеткізуге болады.

Осыған орай, оқытуды ақпараттандыру мақсаты – оқу орындары мен ғылыми-зерттеу орталықтарына жоғары жылдамдықпен интернетке қосылу қызметін беру және де оларға ақпараттық-коммуникациялық технологияларды кең ауқымда қолдану мүмкіндіктерін туғызу болып табылады. Бір қала немесе бір облыс көлемінде емес, бүтін мемлекет көлемінде ғылым мен білімді қолдау мақсатында интернеттік желі құру оңай жұмыс болып табылмайды.

Қазіргі білім беру жүйесінде артықшылықтар өте көп. Себебі интернет арқылы сіз қаласаңыз, өз мемлекетіңізде, болмаса шетелдік университеттерде білім ала бересіз. Дамыған елдердің білім беру жүйесінде қашықтықтан оқыту желілері кең тараған. Қазір мұндай жүйелер еліміздегі университтерде де құрылып жатыр. Ендігі мақсат осы жаңалықтарды тиімді пайдаланып, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар мен интернеттің қолымызға беріп отырған мүмкіндіктерін қолдана отырып, білім мен ғылым сапасын жақсарту. Мемлекеттік деңгейде «Виртуалды университет» құру мәселесі шешуін күтіп тұрған маңызды мәселелердің бірі.

Виртуалды немесе қашықтықтан оқытудың басты тетігі, ол – электронды оқулық екені анық. Ал, электронды оқулық мәселесіне келетін болсақ, біріншіден, отандық университеттердегі кітап тапшылығын айта кетуіміз керек. Әсіресе мемлекеттік тілде баспадан шыққан оқулықтар өте аз. Бұл тығырықтан шығудың тек бір тиімді жолы – электронды оқулықтар дайындап шығару және Қазақстанның барлық оқу орындарындағы бүгінгі күнге дейін шығарылған және шығарылатын электронды оқулықтардың басын біріктіріп, бірыңғай электронды кітапхана қалыптастыру.

Оқытудың ақпараттық технологиясы – бұл ақпаратпен жұмыс жасау үшін арнайы тәсілдер, педагогикалық технологиялар, бағдарламалық және техникалық құралдар (кино, аудио және видеоқұралдар, компьютерлер, телекоммуникациялық желілер).

Оқытудың ақпараттық технологиясы – білімді жаңаша беру мүмкіндіктерін жасау (педагогикалық іс-әрекетті өзгерту), білімді қабылдау, білім сапасын бағалау, оқу-тәрбие үрдісінде оқушының жеке тұлғасын жан-жақты қалыптастыру үшін ақпараттық технологияның қосымшасы деп түсіну керек [1].

Оқытудың ақпараттық технологиясында қолданылатын бағдарламаны қамтамасыз етуді бірнеше категорияға бөлуге болады:

- Оқытатын, бақылайтын және үйрететін жүйелер;
- Ақпарат іздеу жүйесі;
- Модельдеу бағдарламалары, микромирлер;
- Танымдық сипаттағы инструменттік құралдар;
- Әмбебап сипаттағы инструменттік құралдар;
- Коммуникацияны қамтамасыз етуге арналған инструменттік құралдар.

Білімді ақпараттандыру жағдайында болып жатқан кемшіліктерге қарамастан, оны «ақпараттық революция» деп атауға болады, өйткені қол жетерлік табыстар мыналар:

– ақпаратты ұсынудың жаңа формасы. Қызықты, жанды немесе алдын ала жазылған мультимедиалық ақпарат тек текстен емес, графикалық бейнелерден, анимациядан, дыбыстан және видеоүзінділерден құралып, Internet желісі арқылы беріледі немесе басқа телекоммуникациялық құралдар арқылы компакт-дискілерге жазылады;

– жаңа кітапханалар. Интеллектуальдық ресурстар көлемі және табыстары өседі. Internet электрондық кітапхана каталогтарымен бірігіп, жер қашықтығы мен уақыт айырмашылығына қарамастан, зор ақпараттар көлемін жинауға қол жеткізеді. Әрине, мұндай кітапханалар онда сақталатын ақпараттарға толық жол аша бермейді;

– оқу сабақтарының жаңа формалары. Студенттер мен оқытушылардың виртуальды семинарлар және лабораториялар режімінде бірігіп жұмыс жасауы, сонымен бірге жаңа синхрондық мүмкіндік пайда болды. Бірқатар студенттер үшін мұндай жұмыс формалары анағұрлым ыңғайлы, өйткені дәстүрлі оқытуға қарағанда, оларға өз мүмкіндіктеріне қарай, өздеріне қолайлы графикпен жұмыс жасау және артық ескертулермен кездеспей отырып ашу қызықты;

– білімнің жаңа құрылымы. Бүгінгі күні білім жүйесіне жаңа құрылым беру үшін телекоммуникация жүйелерімен толықтырылуы қажет, сонымен қатар білім үрдісіне ақпараттық және коммуникациялық технологияларды енгізуде жоғары біліктілікке ие мамандар керек.

– Көбінесе қашықтан оқыту бағдарламалары оған барынша мол қол жеткізуге мақсатталған және оқыту сапасына аса анық емес талаптар қояды. Мұндай бағдарламаның білім сапасын жетілдіруі үшін орындауы міндетті талаптар қатарын құрастыруға болады:

– сапасы мен мүмкіндігі жоғары білім кеңістігін құру, кәдімгі оқу орындары ұсынатын мүмкіндіктерден жоғары білім ортасын жасау;

– Internet желісінде әмбебап компьютерлік кітапхана құру, кез келген уақытта қолданушыға қол жеткізерлік және кәдімгі кітапханаға көлемді ақпарат беруі тиіс;

– желі бойынша педагогтармен қарым-қатынас ұйымдастыру;

– оқытушының да, оқушының да білімін компьютермен тексеру жүйесін жасау [2,3].

Компьютерлік телекоммуникациялық желілерді қолдану виртуалды оқытудың мүмкіндіктерінің кеңейуіне жағдай жасап, телесабақтарды тың, жаңа деңгейде өткізуге жол аша отырып, оқытушы мен студенттің қарым қатынасының педагогикалық және методикалық тұрғыдан сараланып алынған алуан түрлі қызмет түрлерінің қолданылуы арқылы жүзеге асады. Желі ұсынатын қызметтің электронды почта, теле конференция, хабарландыруларға арналған электронды тақта сияқты түрлері қазіргі танда кеңінен таралған [4,5,6].

Компьютер желісіндегі электрондық конференциялар өздерін қызықтыратын ортақ мәселелерді бірлесіп талқылауды қалайтын, ортақ мүдделері бар тұтынушыларға арналып ұйымдастырылған.

Электронды конференциялар топтық тапсырмаларды шығармашылық атмосферада қарастыруға, топтық консультациялар, әр түрлі тақырыптағы сұрақтарды талқылауға, тапсырмалар орындауға өте қолайлы. Электронды конференцияларды өткізу тәртібі оған ат салысушылардың қалауы бойынша асинхронды немесе синхронды түрде өтеді.

Хабарландырулардың электрондық тақтасы әр тұтынушыға өзінің хабарландыруын жариялап, басқа тұтынушылардың хабарландыруларымен танысуына мүмкіндік береді. Электронды тақталар тұтынушылардың деңгейлеріне, қызығушылықтарына қатысты ұйымдастырылады.

Ал гипертекстер негізінде құрылған курстарда осы тұрғыдағы жұмыстарды компьютер атқарады. Сонымен қоса қазіргі гипертексті жүйелер тұтынушыға электронды поштаны қолдануына мүмкіндік беріп отыр, немесе оқушы электронды пошта арқылы оқытушыдан өзіне қажетті мәліметті көмек ала алады. Шет тілінің қоғам өміріндегі алатын орны мен маңызының өсуі мен қоса дистанциялық әдіспен оқып үйренетін тұтынушылар саны да жылдан жылға өсіп келеді.

Білім беруді ақпараттандыруда оқыту әдістері төмендегідей категориядағы студенттер мен оқушылар үшін таптырмайтын тәсіл болып табылады [7].

Алыс аймақтарда тұратындықтан курстарға барып дәріс алу мүмкіндігі жоқтарға.

Ұзақ ауру салдарынан дәріс алу мүмкіндігінен уақытша айырылып отырғандар үшін.

Ата анасының жұмыс бабына байланысты мекен жайын жиі ауыстыратын оқушылар .

Әр түрлі конференциялар мен жобаларға қатысатын студенттер.

Білімдерін әрі қарай жетілдіріп, оны іс-тәжірибе барысында қолданатын студенттер мен мамандар.

Ал олай болса оқытудың дистанциялық әдістері мен формаларына жыл санап сұраныстың да әсері сөзсіз.

Жаңа инновациялық технологияны пайдаланып, шағын мектептерге оқытуда, методологиялық және ғылыми көмек беру мақсатында порталды ендіру үшін атқарылған істердің жоспары(орындалу мерзімі, жауаптылар) құрылуы қажет.

Қойылған мәселелерді техникалық жағынан іске асыру үшін шағын мектептер мен білім бөлімі сайтын қолдау үшін университет базасында бірыңғай хостингпен корпоративті виртуалды желі құру қажет.

Бағдарламалық қолдау жасау үшін білім бөлімдері мен мектептерге бірыңғай инфологикалық модельді сайттың қабықшасы құрылып, ақпараттарды сайтқа енгізу үшін келесі стандарттар жасалуы қажет: мұғалімдер үшін контент, оқушылар үшін контент, депозитарийлер мен метамәліметтер ресурстарын сипаттау.

Корпоративті виртуалды желі - өзара әсер ететін құрылымдық ішкі бөлімдерден тұратын есептеу жүйесінің бүтін құрылымы. Корпоративті виртуалды желінің жұмыс істеуі үшін пайдаланушылардың қатаң тәртіппен сүйемелдеу қызметі бойынша ұйымдастыру-техникалық іс-шараларды орындауды қажет етеді [8,9,10].

Жүйенің бөлінбес бөліктері:

- ішкі бөлімдер арасында жоғарғы жылдамдықпен мәліметтердің алмасуы;
- жалпы желіде орналасқан ақпараттық ресурстарды пайдалану;
- бірыңғай компьютерлік желі арқылы басқа интра және глобальды желідегі ақпараттарға қол жеткізу;
- электронды поштаны пайдалану;
- әр түрлі деңгейде ақпаратқа қол жеткізуге арналған мәліметтердің орталықтандырылып сақталуын ұйымдастыру;
- мәліметтердің шынайы масштабта өзгеруін қадағалау.

Ресурстарды сақтау талаптарын анықтаудың мақсаты мынандай:

- ақпараттық ресурстардың қол жетімділігі, бүтіндігі немесе құпиялығы бұзылатын жағдайды ескеріп қорғаудың қауіп-қатер деңгейі классификасы бойынша құқықтық-әдістемелік негіз құру;
- ақпараттық ресурстардың аппаратты-бағдарламалық құралдарын жұмыс станциялары және серверлер бойынша тарату, сонымен қатар қорғау құралдарының бапталу түрлері бойынша унификациялау.

Жүйелік администраторлар техникалық құралдармен жұмыс істеудің және осы құралдардың қорғалу деңгейіне, ортақ ресурстардың мүмкіндігіне, функциясына, тағайындалуына сәйкес пайдалану ережелерін орнатады.

Пайдаланушыларға ережелердің орындалуына, ақпараттың жойылмауына және шектен тыс таралмауына жауапкершілік жүктелген. Виртуалды желінің тиімді жұмыс істеуі үшін жүйелік администратор желі құрамына кіретін кезкелген элемент жұмысына талдау жүргізуге құқығы бар. Жалпы желіде орнықты жұмыс істеу үшін администратордың ұсынысын, кеңестерін пайдаланушылар міндетті түрде орындауы қажет [11,12,13].

Құралдарға және мәліметтер қорына амалдар жасау құқығын мәліметтер қорын өңдеушілер орнатады. Администраторлар мен пайдаланушылар өңдеушілер құрған құжаттар және нұсқаулар негізінде жұмыс жасайды. Пайдаланушылар өз бетінше мәліметтер қорын көшіре және сақтай алмайды.

Барлық пайдаланушылар жұмыс қажеттілігін қамтамасыз ету үшін электрондық поштағажәне мекен жайға ие. Пайдаланушылар ақпараттарды Интернет арқылы алғанда немесе жібергенде оның құпиялығы сақталмайтынын түсінуі керек [14, 15].

Ақпараттық-оқыту кеңістігін стандартизациялау мақсаты: жылдымдыққа, тұрақтылыққа және оқу үрдісінің нәтижелігіне қол жеткізу болып табылады. Бұл қашықтықтан оқытудың оқу бағдарламаларын іске асырудығы басты шарт болуы қажет.

Әр түрлі халықаралық ассоциациялар және консорциумдар қашықтықтан оқыту саласында көптеген оқу элементтерін сипаттайтын технологиялық құралдар мен стандарттар жүйесін құрып жатыр. Осыған байланысты оқу материалдарын құру қағидалары да өзгеріске ұшырады. Жаңа заманға сай білім беру ортасында оқушы мен оқытушы интерактивті деңгейде байланысады.

Ақпараттық білім беру ресурстарын желілік ортада орналастыру барысында оқу-әдістемелік құралдар депозитариясын құруда бірыңғай стандарттар жүйесіне және сипаттамаларға негізделу керек. Білім беру нысанасын құруда оның конструктивті құраушыларын екі блок түрінде көрсетуге болады: манифест(формаларды автоматты өңдеуге ыңғайлы жалпы (мета) ақпарат) және мазмұн (оқу нысанасына бекітілген мазмұнды оқу материалдары).

IMS ұсынған және кең таралған манифест құрылымы келесі түрде болады(кесте 1):

1-кесте

Метамәліметтер	Ресурс авторы, білім беру бөлімінің атауы, авторлық құқықтар, ресурс аңдатпасы, кілттік сөздер және т.с.с.
Ресурстар	Бұл бөлімде дестенің физикалық құрылымы туралы ақпарат, дестеге енген каталогтар мен файлдар сипаттамасы бар.
Пайдалану сценариі (ұйымдастыру)	Блокта ресурстарды пайдалану әдістері сипатталған
Ішкі нысаналар	Егер оқу нысанасында модульдік құрылым болса, онда бұл блокта пайдаланатын ішкі нысаналар сипаттамасы бар

Манифест стандартты тілде жазылуы тиіс. Манифест – тауар қорабшасына бекітілген жарлық. Ал тауар қорабшаның ішінде жасырылған, бірақ жарлықтағы ақпарат тауардың тұтынушыға жетуіне жеткілікті.

Ақпараттық білім беру ресурстарының мета сипаттамасының құрылымын таңдау арқылы депозитария құрылымын және іздеу механизмінің құрылуын анықтайды. Сөйтіп, ақпараттық білім беру ресурстарының депозитариясын құруда аса маңызды мәселелердің бірі – стандартталған мета сипаттау жүйесін іздеу.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Тихомиров В.П. Дистанционное образование в России // Дистанционное
2. образование. -1996- №1- С . 7-10.
3. Тенденции и перспективы развития средств обучения на период до 2005 года. Под редакции В.С. Леднева / Сбор. Статии.-Москва: НИИСОиУК, 1991, 133 с.
4. Токтарова В.И., Маматов Д.Р. Реализация модели адаптивного обучения на основе познавательных стилей // Теория и практика общественного развития -2015 - №8 – с.242-246.
5. Кречатов И.А. Технология создания онлайн-курса с элементами адаптивного обучения // Материалы международной конференции eLearning Stakeholders and Researchers Summit / Москва, 2017 – с.14-21.
6. Кречатов И.А. Принципы реализации технологии адаптивного обучение // Современное образование: проблемы взаимосвязи образовательных и профессиональных стандартов: материалы междунар. Научю метод. Конф. – Томск, 2016 – с.117-120.
7. Виштынецкий Е.И., Кривошеев А.О. Вопросы применения информационных технологий в сфере образования и обучения // Информационные технологии. 1998 - № 2- С. 32-36
8. Искаков К.Т. Дистанционное образование: теория и практика. Изд-во «Дәүір». Алматы 2007, 232 с.
9. Искаков К.Т. и другие. Внедрение дистанционного обучения и информатизация управления учебным процессом в КарГУ имени Е.А. Букетова. Караганда. 2003.
10. Искаков К.Т. Дистанционное образование: теория и практика. Издательство «Дәүір». Алматы. 2007.
11. Газуль С.М., Ананченко И.В., Кияев В.И. Совершенствование образовательного процесса в вузе: активные методы обучения и гибридные информационные системы на основе виртуализации // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2; URL: www.science-education. ru/122-20856 (дата обращения: 16.08.2015).
12. Тюлепбердинова Г.А., Унайбаева Р.К., Шанлаякова А.С. Процесс компьютеризации и информатизации общества // ТРУДЫ Международной научно-практической конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика», Посвященной 50-летию Института информационных и телекоммуникационных технологий Алматы, Казахстан, 5-6 декабрь, 2012 стр. 204-207.

13. Б.А. Урмашев, Ф.Р. Гусманова, Г.Г. Газиз, Г.А. Тюлепбердинова, М.Ж. Сакыпбекова, А. Алтыбай. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар: Оқу құралы. Алматы, КазНУ, 2017.

14. Сейтбекова Г.О., Тюлепбердинова Г.А. Ақпараттық технологиялар: оқу құралы / Г.О.Сейтбекова, Г.А.Тюлепбердинова - Алматы: «Эверо» баспасы, 2015. - 256 б.

15. https://newtonew.com/tech/knewton-adaptivnoe-obuchenie-v-dejstvii

Тойганбаева Н.А., Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г., Адилжанова С.А., Сақыпбекова М.Ж.

Методологические и ресурсные основы для использования портала в образовании

Р: Создание и разработка информационных ресурсов стало творческим процессом союза учителей, ученых, программистов, дизайнеров, который стал возможным в результате осмысления педагогической технологии их конструирования, как открытой развивающейся системы. В результате наметилась прогрессивная тенденция, когда учитель сам дополняет готовые электронные учебники собственными разработками. Это существенно меняет роль и статус учителя. Статья посвящена внедрению научно-методической и информационно-ресурсной базы специализированного портала «Виртуальная академия академии». Реализация портала осуществляется путем создания виртуальной корпоративной сети. В результате происходит прогрессивный процесс, когда учитель дополняет свои законченные электронные учебники своими достижениями. Роль и статус учителя значительно различаются.

Ключевые слова: электронная информация, Интернет, информационно-коммуникационные технологии, новые библиотеки, педагогические технологии.

УДК 004.896

L.Zh. Sansyzbay, B.B. Orazbayev

([1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail: sansyzbaylazzat@gmail.com, batyr_o@mail.ru)

MODELING THE OPERATION OF ROOM MICROCLIMATE CONTROL SYSTEM BASED ON A FUZZY CONTROLLER

Abstract. This paper presents a model of the room, which accounts for the heat loss through the building envelope, a model of conditioner. The following parameters are defined: the structure of a fuzzy control system, the algorithm of its operation, the input and output variables of the fuzzy controller, the composition of their terms, the membership functions; the complete base of rules is formed. Modeling the operation of fuzzy microclimate control system is performed based on the room temperature control loop in Simulink and Fuzzy Logic Toolbox environment of Matlab software. The conducted modeling has demonstrated the adequacy of the operation for the microclimate parameters control system.

Keywords: intelligent system, room microclimate, fuzzy inference system, fuzzy logic, linguistic rules, air conditioning system.

Л.Ж. Сансызбай, Б.Б. Оразбаев

(Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Республика Казахстан,

E-mail: sansyzbaylazzat@gmail.com, batyr_o@mail.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ПОМЕЩЕНИЯ, ПОСТРОЕННОЙ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

Аннотация. В работе представлена модель помещения, учитывающая теплопотери через ограждащие конструкции, модель кондиционера, определены структура нечеткой системы управления, алгоритм ее функционирования, входные и выходные переменные нечеткого регулятора, состав их термов, функции принадлежности, сформирована полная база правил. В средах Simulink и Fuzzy Logic Toolbox пакета прикладных программ Matlab проведено моделирование работы нечеткой системы управления микроклиматом на примере контура регулирования температуры помещения. Проведенное моделирование показало адекватность работы системы управления параметрами микроклимата.

Ключевые слова: интеллектуальная система, микроклимат помещения, система нечеткого вывода, нечеткая логика, лингвистические правила, система кондиционирования.

Введение

Для оценки комфортности микроклимата, а также определения требуемой мощности работы оборудования инженерных систем необходимо исследование процессов формирования микроклимата в помещении.

Как правило, проведение эксперимента в натуре сопровождается значительными материальными и энергетическими затратами, а также может привезти к авариям в работе инженерного оборудования.

В этом случае пользуются моделированием процессов или воспроизведением их определенными методами при том условии, что воспроизведение должно адекватно отображать условия протекания процессов в натуре [1].

Одним из мощных инструментов для проведения моделирования являются среды Simulink и Fuzzy Logic Toolbox пакета прикладных программ Matlab.

Цель данной статьи – разработка «нечеткой» системы управления микроклиматом помещения, а также ее апробация (проверка адекватности системы путем проведения моделирования).

Разработка Matlab-модели нечеткой системы управления температурой в помещении

Внедрение нечетких регуляторов получило широкое распространие во многих отраслях: в промышленности [2,3], на транспорте [4-6], в строительстве [7,8], и т.д.

Также нечеткие регуляторы получили свое применение в области поддержания параметров микроклимата как в промышленных, так и жилых зданиях [9-20]. В данных работах посредством нечеткого регулятора поддерживаются на требуемом уровне следующие параметры микроклимата: температура, влажность, содержание углекислого газа, концентрация пыли.

Одним из основных факторов, влияющих на микроклимат как производственных, так и жилых помещений, является именно температурный режим. В связи с этим, моделирование работы системы управления на базе нечеткого регулятора проверим на примере контура регулирования температуры в помещении.

Данный контур управления состоит из следующих блоков (Рис. 1):

1. Блок «Заданная температура» устанавливает желаемую температуру в помещении.
2. Блок «Нечеткий регулятор» представляет модель нечеткого регулятора, сформированную с помощью пакета Fuzzy Logic Toolbox, предназначенного именно для конструирования нечетких экспертных и/или управляющих систем.
3. Посредством блока «Модель помещения» учитываются потери тепла через конструкции, ограждающие помещение.
4. Блок «Модель кондиционера». В помещении установлен кондиционер, который может работать в двух режимах: нагрева или охлаждения.

Работа системы производится следующим образом: на вход регулятора подается разница между установленной и текущей температурами в помещении. На основании сформированной базы правил, регулятор выдает выходной сигнал на кондиционер, который включает в зависимости от значения ошибки режим нагрева или охлаждения с соответствующей производительностью.

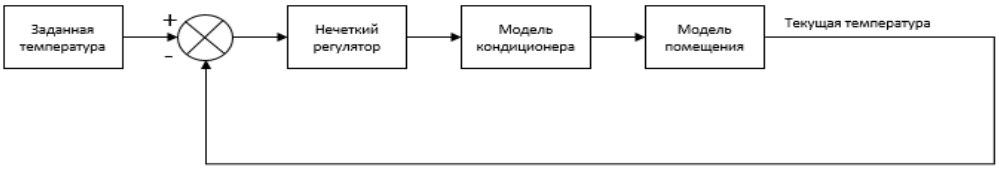


Рис.1. Контур регулирования температуры

Определение теплопотерь через ограждающие поверхности

Основным элементом системы микроклимата является обслуживаемое помещение. В помещение через наружные ограждающие поверхности (внешние стены, окна, крышу), а также через внутренние ограждения (внутренние стены, потолок, пол) и от внутренних источников, находящихся в помещении, поступают потоки тепла, влаги и примесей. Данные потоки, взаимодействуя с объемом помещения, преобразуются и трансформируются, вызывая тем самым изменения соответствующих параметров микроклимата.

Потери тепла в помещении происходят через стены, окна, потолок и пол.

Общая формула для расчета теплопотерь выглядит следующим образом:

$$Q_{теплопотери} = Q_{стен} + Q_{окон} + Q_{потолка} + Q_{пола} \quad (1)$$

где $Q_{стен}, Q_{окон}, Q_{потолка}, Q_{пола}$ – теплопотери через наружные стены, окна, потолок и пол.

Теплопотери через стены определяются согласно выражению (2) [21]:

$$Q_{стен} = k_{стен} \cdot S_{стен} \cdot (t_в - t_н) \quad (2)$$

где, $Q_{стен}$ – теплопотери через наружные стены, ккал/час; $k_{стен}$ – коэффициент теплопередачи стены, ккал/м^2· час·°С; $S_{стен}$ – площадь стены, м^2; $t_в$ – внутренняя температура помещения, °С; $t_н$ – наружная температура, °С.

Коэффициент теплопередачи стены $k_{стен}$ рассчитывается по формуле (3) [22]:

$$k_{стен} = 1 / R_{ок} \tag{3}$$

где, $R_{ок}$ – сопротивление теплопередаче конструкции ограждения, м^2·час·°С/ккал.

Так как стена представляет собой многослойное ограждение, то величину $R_{ок}$ определяют по формуле [22]:

$$R_{ок} = R_в + R_1 + R_2 + ...R_н \tag{4}$$

где, $R_в$ – сопротивление теплопереходу у внутренней поверхности ограждения; R_1, R_2 – термические сопротивления отдельных слоев ограждения; $R_н$ – сопротивление теплопереходу у наружной поверхности ограждения.

Термическое сопротивление однородного ограждения или слоя, входящего в состав многослойного ограждения вычисляется по формуле [22]:

$$R = \delta / \lambda \tag{5}$$

где, δ – толщина слоя, м; λ – коэффициент теплопроводности материала, ккал/м·час·°С.

Теплопотери через оконные проемы определяются согласно выражению:

$$Q_{окон} = k_{окон} \cdot S_{окон} \cdot (t_в - t_н) \tag{6}$$

где, $Q_{окон}$ – потери тепла через окна, Вт; $k_{окон}$ – коэффициент теплопередачи окон, Вт/(м^2·°С); $S_{окон}$ – площадь окон, м^2.

Коэффициент теплопередачи окон $k_{окон}$ рассчитывается по следующей формуле [23]:

$$k_{окон} = \frac{k_{ст} S_{ст} + k_р S_р}{S_{общ}} \tag{7}$$

где, $k_{ст}$ – коэффициент теплопередачи стеклопакета, Вт/(м^2·°С); $S_{ст}$ – площадь стеклопакета, м^2; $k_р$ – коэффициент теплопередачи рамы (пластикового профиля), Вт/(м^2·°С); $S_р$ – площадь рамы, м^2, $S_{общ}$ – площадь окна, м^2.

Потери тепла через потолок и пол рассчитываются аналогично теплопотерям через наружные стены.

Потери тепла через потолок:

$$Q_{потолка} = k_{потолка} \cdot S_{потолка} \cdot (t_в - t_н) \tag{8}$$

где, $Q_{потолка}$ – теплопотери через потолок помещения, Вт; $k_{потолка}$ – коэффициент теплопередачи потолка, Вт/(м^2·°С); $S_{потолка}$ – площадь потолка.

Потери тепла через полы:

$$Q_{пола} = k_{пола} \cdot S_{пола} \cdot (t_в - t_н) \tag{9}$$

где, $Q_{пола}$ – теплопотери через полы, Вт; $k_{пола}$ – коэффициент теплопередачи пола, Вт/(м^2·°С); $S_{пола}$ – площадь пола.

Коэффициенты $k_{потолка}$ и $k_{пола}$ определяются аналогично коэффициенту $k_{стен}$.

При расчете потерь тепла через ограждающие поверхности необходимо учитывать следующее:

1. Если в рассматриваемом помещении имеются внутренние перегородки, то теплопотери через них не учитываются, так как по обе стороны перегородки температура одинакова.
2. Если помещение располагается не на последнем этаже здания, то теплопотерями через потолок можно пренебречь.
3. Не учитываются: выделения тепла от внутреннего технологического оборудования, процессы лучистого теплообмена внутренних поверхностей помещения, распределение переменных в пространстве, нагрев солнечным светом.

Расчет теплопотерь через ограждающие поверхности

Рассматриваемое помещение находится на первом этаже бизнес-центра.

Размеры помещения: длина – 8 м, ширина – 5 м, высота потолка – 3 м.

Помещение состоит из двух наружных стен, на одной из которых расположены два окна со следующими размерами (WxH): 1.45x1.5 м и двух внутренних перегородок, на одной из которых имеется дверной проем.

Конструкция наружных стен: кирпичная кладка толщиной 640 мм (коэффициент теплопроводности $\lambda_к$ = 0.7 ккал/м·час·°С); внутренняя штукатурка толщиной 15 мм (коэффициент теплопроводности $\lambda_ш$ = 0.6 ккал/м·час·°С).

Сопротивление теплопередачи $R_в$ для внутренних поверхностей стен, полов, а также потолков, имеющих гладкую поверхность составляет 0.133 м^2·час·°С/ккал. Сопротивление теплопередачи для поверхностей $R_н$, соприкасающихся непосредственно с наружным воздухом (наружные стены, бесчердачные покрытия и прочие) составляет 0.5 м^2·час ·°С /ккал.

Конструкция пола: железобетонное основание толщиной 22 см (коэффициент теплопроводности железобетонной плиты $\lambda_{жб}$ =1.92 Вт/м·°С); цементно-песчаная стяжка толщиной 10 мм (коэффициент теплопроводности цементно-песчаной стяжки $\lambda_{цп}$ =0.93 Вт/м·°С);подложка для ламината толщиной 5 мм (коэффициент теплопроводности подложки для ламината из пенополистерола $\lambda_п$ =0.031 Вт/м·°С); ламинат толщиной 12 мм (коэффициент теплопроводности ламината $\lambda_л$ =0.29 Вт/м·°С).

Конструкция окна: рама из пластикового профиля (коэффициет теплопередачи пластикового профиля 0.2 Вт/м^2·°С), обычный двойной стеклопакет (коэффициент сопротивления теплопередаче 0.51 м^2·°С/Вт, коэффициент теплопередачи 1.96 Вт/м^2·°С). На рисунке 2 представлена схема окна.

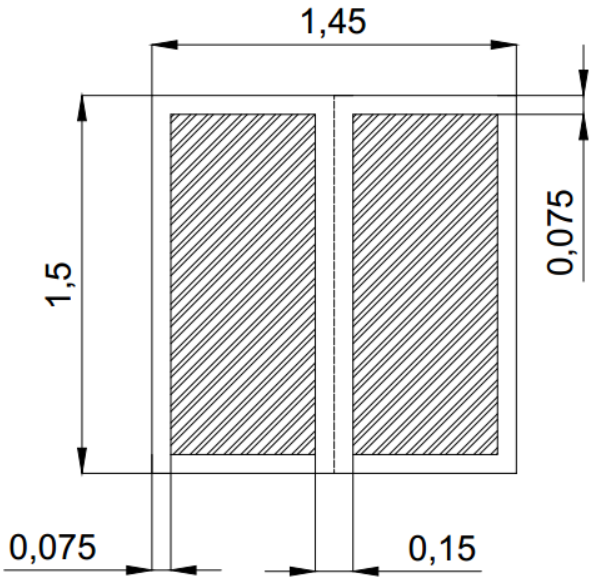


Рис.2. Схема окна (размеры в метрах)

Далее приведены расчеты площадей и коэффициентов теплопередачи стен, окон и пола. Эти данные будут использованы для моделирования нечеткой системы микроклимата на примере контура управления температурой в помещении.

Используя вышеуказанные размеры помещения, произведен расчет площадей ограждающих поверхностей. Результаты расчета:

Суммарная площадь поверхностей наружных стен – $S_{стен} = 34.65 м^2$.

Площадь пола – $S_{пола} = 40 м^2$.

Площадь окна – $S_{окна} = 2.175 м^2$.

Площадь стеклопакета – $S_{стеклопакета} = 0.77625 м^2$.

Площадь рамы – $S_{рамы} = 0.6225 м^2$.

Применяя вышеуказанные формулы (3-5,7), выполнен расчет сопротивлений и коэффициентов теплопередачи ограждающих поверхностей.

Результаты расчета:

Сопротивление теплопередачи наружных стен – $R_{ок} = 1.12 м^2 \cdot час \cdot °C / ккал$.

Коэффициент теплопередачи наружных стен – $k_{стен} = 0.89 ккал / м^2 \cdot час \cdot °C$

($k_{стен} = 3730 Дж / м^2 \cdot час \cdot °C$, 1 кал= 4,19 Дж).

Сопротивление теплопередачи пола – $R_{пол} = 0.328 м^2 °C / Вт$.

Коэффициент теплопередачи пола – $k_{пол} = 3.05 Вт / м^2 °C$

($k_{пол} = 10980 Дж / м^2 \cdot час \cdot °C$, 1 Вт= 3600 Дж/час) .

Коэффициент теплопередачи окон – $k_{окон} = 2.92 Вт / м^2 \cdot °C$.

($k_{окон} = 10512 Дж / м^2 \cdot час \cdot °C$, 1 Вт= 3600 Дж/час).

Разработка нечеткого регулятора для контура управления температурой в помещении

Входной величиной нечеткого регулятора является разница между заданной и текущей температурами. Выходным параметром является соответствующий сигнал на исполнительный механизм кондиционера. Термы и данные для построения функций принадлежности входной и выходных переменных представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1. **Термы переменной «Разница температур»**

№	Название терма		Обозначение терма	Диапазон, °С
	Рус.	Англ.		
1	Отрицательное большое	Negative Big	NB	от -22 до -9
2	Отрицательное среднее	Negative Middle	NM	от -14 до -4
3	Отрицательное малое	Negative Small	NS	от -9 до 0
4	Нулевое	Zero	Z	от -4 до 4
5	Положительное малое	Positive Small	PS	от 0 до 8
6	Положительное среднее	Positive Middle	PM	от 3 до 13
7	Положительное большое	Positive Big	PB	от 8 до 17

Таблица 2. **Термы переменной «Нагреватель (Охладитель)»**

№	Название терма		Обозначение терма	Диапазон, %
	Рус.	Англ.		
1	Выключен	Stop	ST	0
2	Работает со слабой мощностью	Low Power	LP	0-30
3	Работает со средней мощностью	Average Power	AP	30-60
4	Работает на полную мощность	High Power	HP	60-100

В таблице 3 приведена сформированная база правил:

Таблица 3. **База правил нечеткой системы управления температурой помещения**

№	Если разница температур, имеет значение	то кондиционер работает в режиме	
		охлаждения	нагрева
1	Отрицательное большое	На полную мощность	Выкл
2	Отрицательное среднее	На среднюю мощность	Выкл
3	Отрицательное малое	На малую мощность	Выкл
4	Нулевое	Выкл	Выкл
5	Положительное малое	Выкл	На малую мощность
6	Положительное среднее	Выкл	На среднюю мощность
7	Положительное большое	Выкл	На полную мощность

Разработка модели нечеткого регулятора в пакете прикладных программ Matlab.
Структура модели нечеткого регулятора приведена на рисунке 3.

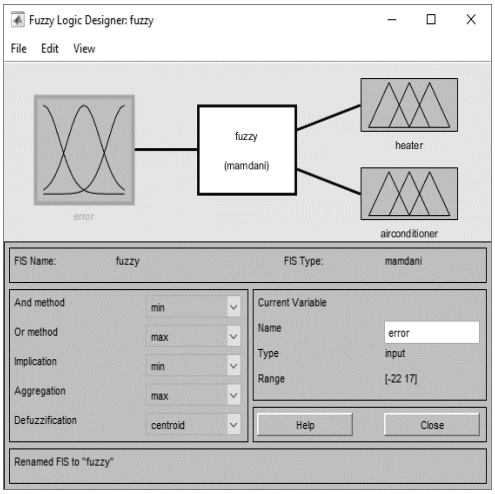
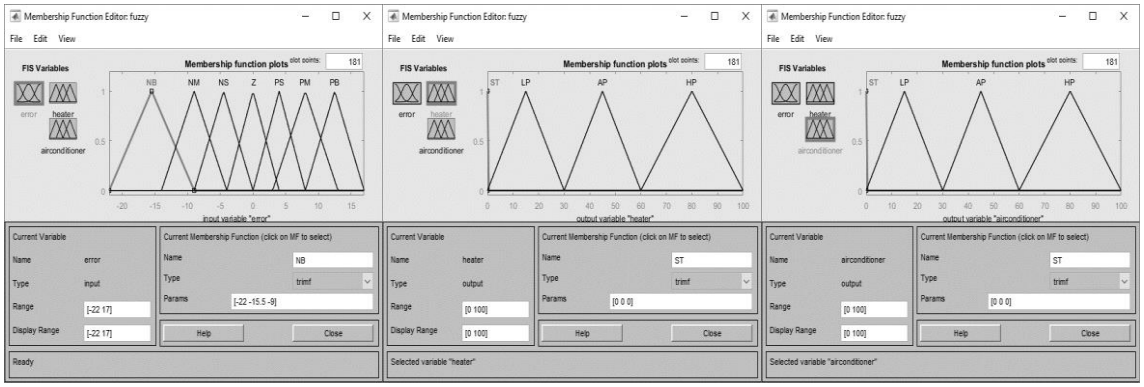


Рис. 3. Структура модели нечеткого регулятора

На рисунках 4а,б,в приведены графики функции принадлежностей входной и выходных переменных.



а б в

Рис.4: а - График функций принадлежности входной переменной «Разница температур»;
б - График функций принадлежности выходной переменной «Производительность кондиционера в режиме нагрева»; **в** - График функций принадлежности выходной переменной «Производительность кондиционера в режиме охлаждения»

Сформированная база правил в окне прикладной программы представлена на рисунке 5.

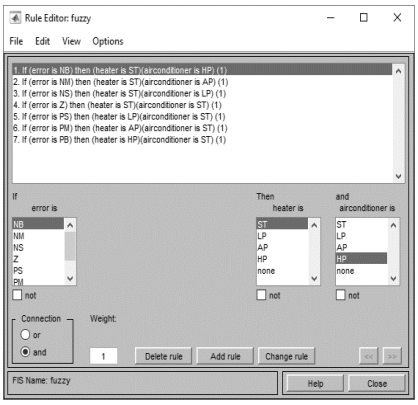


Рис.5. Сформированная база правил в окне редактора Rule Editor

Далее будет произведена проверка адекватности работы разработанной системы управления на базе нечеткого регулятора на примере контура регулирования температурой в среде иммитационного моделирования Simulink программы Matlab (Рис. 6).

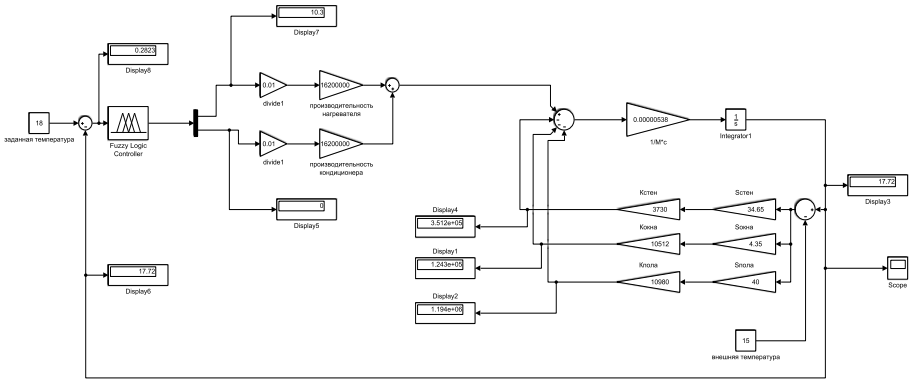


Рис.6. Нечеткая система управления микроклиматом
на примере контура управления температурой

Для моделирования принята $T_{зад}$=18°C. По результатам моделирования разница температур составила 0.2823°C. На данную разницу среагировал контроллер, который выдал управляющий сигнал на кондиционер на включение режима нагрева с производительностью 10.3 % (Рис. 7), что свидетельствует выполнению правила №5, когда ошибка имеет положительное малое значение (в комнате слегка холодно), необходимо выключить охлаждение и включить нагрев на малую мощность. Результаты моделирования показывают, что нечеткий регулятор применим для поддержания параметров микроклимата на требуемом уровне (Рис. 8).

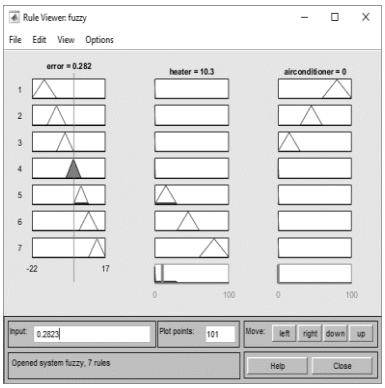


Рис.7. Значение управляющего сигнала при разнице температур 0.2823°C

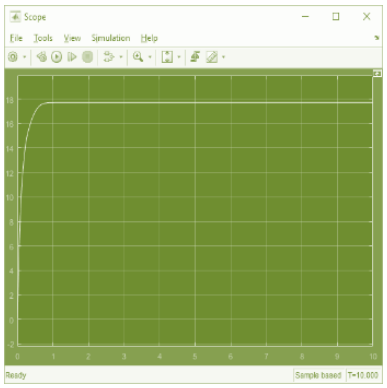


Рис.8. График текущей температуры по результатам моделирования

Заключение

В ходе исследования получены следующие результаты, которые имеют научное и практическое значение:

1. Разработана модель нечеткого регулятора в среде Matlab на основе предлагаемых в работе методов с применением пакета Fuzzy Logic Toolbox.

2. Проведено моделирование разработанной системы управления с учетом характеристик помещения в пакете Simulink программной среды Matlab.

3. Результаты исследования показали, что разработанная интеллектуальная система управления микроклиматом зданий на базе нечеткой логики обеспечивает поддержание параметров микроклимата (температурный режим) на требуемом уровне.

Дальнейшие исследования в данном направлении состоят в изучении возможности использования нечеткого регулятора для оптимизации работы различного климатического оборудования (нагреватель, увлажнитель, вентиляторные установки и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кувшинов Ю.Я., Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий: Учеб. для вузов/ Ю.Я.Кувшинов, О.Д. Самарин. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. – 200 с.

[2] Оразбаев Б.Б., Оспанов Е.А., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т. Гибридный метод разработки математических моделей химико-технологической системы в условиях неопределенности/ Б.Б. Оразбаев, Е.А. Оспанов, К.Н. Оразбаева, Л.Т. Курмангазиева // Математическое моделирование. – 2017. – №4. – С.30-44.

[3] Полько П.Г.Совершенствование управления процессом измельчения рудных материалов с применением правил нечеткой логики: дис. … канд.тех.наук: спец. 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» / П.Г.Полько. – Магнитогорск., 2011. – 200 с.

[4] Елисеев Д. Ю. Использование нечетких экспертных систем для мониторинга сооружений железнодорожного транспорта / Д.Ю. Елисеев // Молодой ученый. – 2010. – №9. – С.30-33.

[5] Брегеда С.Ю., Бурковский В.Л., Чопоров О.Н. Система управления потоком транспортных средств на основе аппарата нечеткой логики/ С.Ю. Брегеда, В.Л. Бурковский, О.Н. Чопоров // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – №5(5). – С.17-21.

[6] Малявин А.А. Разработка системы управления движением автомобиля с использованием нечеткой логики: дис. … канд.тех.наук: спец. 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» / А.А. Малявин – М., 2011. –180 с.

[7] Яловая Ю.С. Оценивание технического состояния конструкции по результатам натурных наблюдений с использованием теории размытых множеств/ Ю.С. Яловая // Вестник Брест. гос. техн.ун-та. – 2013. – №1(79). – С.45-48.

[8] Тарарушкин Е. В. Применение нечеткой логики для оценки физического износа несущих конструкций зданий/ Е.В. Тарарушкин // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2016. – №10. – С.77-82.

[9] Сансызбай Л.Ж.,Оразбаев Б.Б. Интеллектуальная система управления процессом формирования микроклимата в помещении / Л.Ж. Сансызбай, Б.Б.Оразбаев// Вестник ЕНУ им.Л.Н.Гумилева. – 2017. – №4.– С. 161-169.

[10] Бобриков Д.А. Многоуровневая автоматизированная система управления микроклиматом на основе нечеткой логики: дис. … канд.тех.наук: спец. 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» / Д.А.Бобриков. – М., 2017. –154 с.

[11] Пешко М.С. Адаптивная система управления параметрами микроклимата процессов производства и хранения пищевых продуктов: дис. … канд.тех.наук: спец. 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» / М.С.Пешко. – М., 2015. – 200 с.

[12] Алёшкин Н.А. Модели и методики мониторинга микроклимата в производстве изделий бортовой микроэлектроники: дис. ... канд.тех.наук: спец. 05.02.22 «Организация производства (по отраслям)» / Н.А.Алёшкин.– Спб., 2017. – 210 с.

[13] Савосин С.И. Интеллектуальная система контроля влажности и температуры воздуха в теплице: дис. … канд.тех.наук: спец. 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» / С.И. Савосин. – М., 2009. –132 с.

[14] Hasim N., Aras M.S. M. Intelligent room temperature controller system using MATLAB fuzzy logic toolbox/ N.Hasim, M.S.M.Aras // International Journal of Science and Research (IJSR). – 2014. – Vol.3 – P. 1748-1753.

[15] Das T. K., Das Y. Design of A Room Temperature And Humidity Controller Using Fuzzy Logic/T. K. Das, Y.Das // American Journal of Engineering Research (AJER). – 2013. – Vol.2 – P. 86-97.

[16] Alcalá R., Alcalá-Fdez J., Gacto M. J., Herrera F. Fuzzy Rule Reduction and Tuning of Fuzzy Logic Controllers for a HVAC System / R. Alcalá, J.Alcalá-Fdez, M. J. Gacto, F. Herrera // Journal Fuzzy Applications in Industrial Engineering – 2006. – Vol.201 – P. 89-117.

[17] Calvino F., Gennusa M. L., Rizzo G., Scaccianoce G. The control of indoor thermal comfort conditions: introducing a fuzzy adaptive controller / F.Calvino, M. L. Gennusa, G. Rizzo, G. Scaccianoce // Journal Energy and Buildings. – 2004. – Vol.36 – P. 97-102.

[18] Eftekhari M., Marjanovic L. Application of fuzzy control in naturally ventilated buildings for summer conditions / M.Eftekhari, L.Marjanovic // Journal Energy and Buildings. – 2003. – Vol.35 – P. 645-655.

[19] Kolokotsa D. Comparison of the performance of fuzzy controllers for the management of the indoor environment / D.Kolokotsa // Journal Building and Environment. – 2003. – Vol.38 – P. 1439-1450.

[20] Mirinejad H., Welch K. C., Spicer L. A review of intelligent control techniques in HVAC systems / H. Mirinejad, K. C.Welch, L. Spicer// Proc. of the IEEE Energytech (Cleveland, Ohio, USA, 29–31 May 2012) pp 1–5.

[21] Пешко М.С. Раскрытая математическая модель микроклимата грибной теплицы/ М.С.Пешко // Молодой ученый. – 2011. – №9. – С.42 – 48.

[22] Малявина Е. Г. Теплопотери здания / Е. Г. Малявина. – М.: «АВОК-ПРЕСС», 2007. – 146 с.

[23] СНиП РК 2.04-03-2002 Строительная теплотехника. – [Введен в действие от 2003-03-01]. – А.: КАЗГОР, 2002. – 54 с.

Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.

Анық емес реттеуіш базасында құрастырылған үй-жайдың микроклиматын басқару жүйесінің жұмысын модельдеу

Түйіндеме. Жұмыс барысында, қоршау конструкциялары арқылы жылу шығынын ескеретін үй-жай моделі, кондиционер моделі, анық емес басқару жүйесінің құрылымы, оның жұмыс істеу алгоритмі, анық емес реттегіштің кіріс және шығыс айнымалылары, олардың термаларының құрамы, тиістілік функциялары анықталған, ережелердің толық базасы қалыптасқан.

Matlab қолданбалы бағдарламалық пакетінің Simulink және Fuzzy Logic Toolbox орталарында үй-жай температурасын реттеу контуры арқылы анық емес үй-жайдың микроклиматын басқару жүйесінің жұмысын модельдеу жасалған. Жүргізілген моделдеу микроклимат параметрлерін басқару жүйесі жұмысының барабарлығын көрсетті.

Түйін сөздер: зияткерлік жүйе, үй-жайдың микроклиматы, анық емес шығыс жүйесі, анық емес логика, лингвистикалық ережелер, кондиционерлеу жүйесі.

[1]Zh.B. Polatova, [2]A.T. Bektemesov

([1]Satpaev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, E-mail: polatova.z@mail.ru,
[2]Turan University, Almaty, Kazakhstan E-mail: amanzhol.bektemessov@gmail.com))

THE MECHANISM OF FUNCTIONING OF THE PAYMENT SYSTEM BASED ON CRYPTOCURRENCY

Abstract. The article deals with the problems of theoretical understanding of a new type of electronic money − cryptocurrency. It is shown that today in the world there is no common understanding of cryptocurrency − in some sources they are treated as a currency, in others as a commodity or raw material. As a result, the existing formulations of cryptocurrencies are analyzed, on the basis of which the necessity of their adequate scientific understanding is revealed and justified. Particular importance in the article is given to the concept of the payment system and the mechanism of functioning of the cryptocurrency. The article supports the thesis that Bitcoin is a kind of «electronic gold». On the basis of the study, the authors propose their own formulation of the concept of cryptocurrencies, formulated the basic prerequisites for their appearance and popularity.

Key words: cryptocurrency, Bitcoin, electronic money, cryptography, Proof-of-work system, hashing, mining, transaction.

[1]Ж.Б. Полатова, [2]А.Т. Бектимисов

([1]Сәтбаев Университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, E-mail: polatova.z@mail.ru,
[2]«Туран» Университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, E-mail:
amanzhol.bektemessov@gmail.com)

КРИПТОВАЛЮТА ТӨЛЕМ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ МЕХАНИЗМІ

Аңдатпа. Мақалада криптовалюта − электрондық ақшаның жаңа түрін теориялық түсіну мәселелері қарастырылған. Бүгінгі күні әлемде криптовалютаның бірыңғай түсінігі жоқ − бір дереккөздерде олар валюта ретінде, басқасында тауар немесе шикізат ретінде түсіндіріледі. Нәтижесінде криптовалютаның қазіргі тұжырымдары талданды, соның негізінде оларды ғылыми ұғыну қажеттілігі анықталды және де негізделді. Мақалада төлем жүйесі және криптовалютаның жұмыс істеу механизмі қарастырылған. Bitcoin-ның өзіндік

«электрондық алтын» деген тезисі бар. Жүргізілген зерттеу негізінде, криптовалюта ұғымының жеке тұжырымдары ұсынылады, олардың пайда болуы мен танымалдығының негізгі алғышарттарын қалыптастырылады.

Кілт сөздер: криптовалюта, Bitcoin, электронды ақша, криптография, Proof-of-work жүйесі, хэштеу, майнинг, транзакция.

Кіріспе

Қазіргі таңда желінің криптовалюташылары туралы көптеген ақпарат бар екеніне қарамастан, кейбір адамдар әлі де бұл қаржы құралы болып табылатындығын толық түсінбейді, және бұл әдеттегі ақпараттан немесе электронды ақшадан ерекшеленеді.

Егер «криптовалюта» деген сөзді Википедияға сілтеме жасайтын болсақ, онда ол келесі анықтаманы береді − электрондық әмияндарда сақтауға және әмияндар арасында ауысуға болатын «цифрлық монеталар». «Криптовалюта» термині Bitcoin − цифрлық валюта және төлем жүйесі туралы мақаланы жариялағаннан кейін қолданыла бастады.

Криптовалюта − шифрлау параметрлеріне негізделген электрондық валютаның түрі. Электрондық нысанда теңге, рубль, доллар, еуро болуы мүмкін. [4, 5]

Криптовалюта − бұл ақшаның бірегей нысаны, өйткені олардың негізіне әрбір транзакцияны қауіпсіз және сенімді жүргізуге мүмкіндік беретін криптография болып табылады.

Криптография − құпиялылықты қамтамасыз ету әдістері (ақпаратты бөгде адамның оқуы мүмкін емес), деректердің тұтастығы (ақпаратты байқаусыз өзгерту мүмкін емес), аутентификация (авторлықтың түпнұсқалығын немесе объектінің өзге де қасиеттерін тексеру), сондай-ақ авторлықтан бас тарту мүмкін емес туралы ғылым. [1]

Адам қоғамын ақшасыз елестету мүмкін емес. Ақша-басқа тауарлар немесе қызметтер құнының әмбебап баламасы болып табылатын ең жоғары өтімділіктің ерекше тауары. Ақшаның дамуы бүкіл адамзат өркениетінің дамуымен тығыз байланысты. Тауарлар, өнімдер мен қару − жарақтар, сүйектен бастап алтынға дейінгі түрлі монеталар, қағаз банкноттар, акциялар-бұл ақша ретінде қолданылған аз ғана бөлігі.

Компьютерлік технологиялар мен байланыс желілерінің дамуымен әлем «электрондық ақша» дәуіріне кірді. Монеталар мен банкноттар біртіндеп пластикалық төлем карталарымен ауыстырылады, ал Интернет желісінде бастапқыда тек PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги сияқты электрондық төлемдер үшін құрылған көптеген төлем жүйелері жұмыс істеді. Қазіргі уақытта сандық валютаны ұлттық орталық банктер шығармайды.

Бірақ прогресс орнында тұрмайды, қазір біз криптовалютаның өсуін байқаймыз − ол XXI ғасырдың мүлдем жаңа төлем құралы және де электрондық ақшаның басқа түрлерінен айтарлықтай айырмашылықтарға ие. Бүгінгі күні бүкіл әлемде криптовалютаны көптеген адамдар қолданады. [3]

Төлем жүйесі ұғымы

Төлем жүйесі − шаруашылықта ақша аудару, есеп айырысуды жүзеге асыру және экономикалық айналымға қатысушылар арасындағы борыштық міндеттемелерді реттеу үшін қолданылатын құралдар мен әдістердің жиынтығы.

Экономиканың қажеттіліктеріне оңтайлы жауап беретін төлем жүйесінің өлшемдері төлемдерді жүргізудің жеделдігі мен жылдамдығы, есеп айырысу жүйесінің автоматтандыру дәрежесі мен сенімділігі, сондай-ақ банк операцияларының тәуекел деңгейі болып табылады.

Төлем жүйесінің алдында тұрған негізгі міндеттер мыналар болып табылады:

- үздіксіз, қауіпсіздік және жұмыс істеу тиімділігі;
- төлем жүйесінің үзілмеуіне немесе толық істен шығуына кепілдік беретін сенімділік пен беріктілік;
- операциялар ағынының жылдам үнемді және дәл шығуын қамтамасыз ететін тиімділігі;
- және әділ тәсіл.

Төлем жүйесінің негізгі функциялары төлем айналымына қатысушылардың борыштық міндеттемелерін реттеу және есепке алу, бірыңғай ережелермен және стандарттармен реттелетін ақша қаражатын аудару жөнінде төлем жүйесі субъектілері арасындағы қатынастарды ұйымдастыру болып табылады.

Төлем жүйесінің рөлі есеп айырысуды жеделдету болып табылады, оған нақты уақыт режимінде есеп айырысу тұжырымдамасын іске асыру және ақша-қаржы нарығының есеп айырысу-клирингтік инфрақұрылымын ресімдеу ықпал етеді. [9]

Криптовалютаның жұмыс істеу механизмі

Bitcoin − бүгінгі күнде ең көп таралған және кең желісі бар, ең өтімді криптовалюта. Bitcoin материалдық емес және қандай да бір мемлекеттік валюталарға, бағалы металдарға немесе табиғи ресурстарға байланысты емес. Bitcoin курсы өте жылжымалы және сұраныс пен ұсыныс теңгерімімен анықталады. Валюта айналымын қандай да бір органдар, ведомстволар немесе ұйымдар бақыламайды және желіге қатысушылардың крипто әмияндары арасында ғана жүзеге асырылады. Монеталардың транзакциясын жою мүмкін емес. [6]

Bitcoin туралы көптеген жаңылыс пікірлердің тізімінде бірінші орын алатын бұл − Bitcoin-ды «шынайы» ақшаны ұсынсада, және де электрондық бола тұра, оларды кезекті жай «қағаз» ретінде қаралуы. Демек, қалған жаңылыс пікірлердің басым бөлігін осы пікірден бастау алады: бұл қағаз, онда олар ештеңеге тұрмайды; оларды басып шығаруға немесе жоюға болады; оларды қолдан жасауға болады; оларды көшіруге болады. Мұның бәрі адасудан артық емес. Bitcoin идеясының негізінде алтын сияқты нақты ақшаны ұсынатын кезекті «қағаз» емес, алтынның аналогы. Ол тамаша ақша болып табылатын алтын қасиеттерін алу және олардың негізінде электрондық валюта жасау болып табылады. [7]

Bitcoin әрекет транзакция механизмімен қамтамасыз етілген. Онда барлық транзакциялар тізбектерге біріктіріледі. Әрбір транзакция бір немесе бірнеше бар транзакциялардан монеталарды алады және олар кімге арналғанын көрсетеді. Сондықтан сіз әрқашан барлық тізбекті тексере аласыз.

Өндіру күрделілігі, шектеулі ресурс, материалдылық − бұл қасиеттер, оған қоса қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін криптографияны пайдалану Bitcoin-ды «Ақша» ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Оларға Bitcoin ядросы негізделген. Бұл жай ғана келісім емес. Олардың барлығы by design жүйесінде салынған, және ол басқаша жұмыс істемейді. [8]

Proof-of-work жүйесі

Жұмыстардың орындалуын дәлелдеу − бұл қызмет көрсетуді теріс пайдаланудан (мысалы, DoS шабуылдары немесе спам) жүйелерді қорғау, қызмет беруші тарапынан оңай және тез тексерілетін (бір жақты функция) және де ұзақ мерзімді күрделенген жұмысты (POW-тапсырмасы) орындау принципі. Бұл жүйенің басты ерекшелігі жұмсалған уақыттың асимметриясы − сұраныстың бастамашысы мен жауап берудің жоғары жылдамдығы.

SHA-256 хэштеу

Клиптовалюта хэш алгоритмі арқылы жалған ақпараттардан сенімді қорғалған, сонымен қатар бүгінгі күні де оны бұзу мүмкін емес. Хэштеу нәтижесі күтпеген жағдайда орындалатын болғандықтан, кездейсоқ іріктеуден басқа, қалаған нәтижені алудың алгоритмі жоқ болып табылады. Егер хэш шартты қанағаттандырмаса, онда атаудағы қызметтік ақпараттың блогы ерікті түрде өзгереді және хэш қайта есептеледі. Әдетте көп санауды қажет етеді. Керекті нұсқасы табылған кезде, түйін алынған блокты, блокты тексеретін басқа қосылған тораптарға таратады. Егер қаскүнем бағдарламаның модификацияланған нұсқасының көмегімен блок жасаса және марапатты өзіне жазса, бұл блок тізбекке қосылмайды. Егер қате болмаса, онда блок тізбекке қосылған болып саналады және келесі блок оның хэшін қамтуы тиіс.

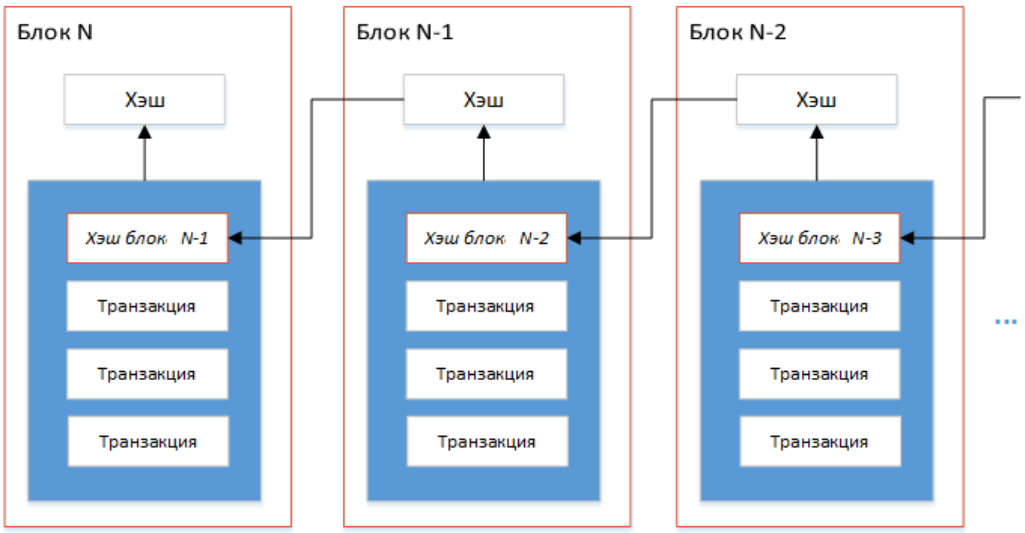
Транзакциялар

Жаңа пайдаланушы бола отырып, сату бөлшектерін түсінбей жатып, Bitcoin-ді пайдалануға болады. Bitcoin әмиян компьютерге немесе смартфонға орнатылғаннан кейін, бірінші биткоин мекенжайы жасалады (болашақта қажет болғанша көп жасауға болады). Осыдан кейін, Bitcoin-ді басқа адамға хабарлауыңызға болады, ол сіздің шотыңызға Bitcoin аудару мүмкіндігіне ие болады. Бұл электрондық поштаның жұмыс істеу ретіне ұқсайды, тек Bitcoin мекенжайларын бір рет пайдалану керек болады.

Мекен-жайы алынған Bitcoin-ге билік етуі үшін, ол бұрынғы ақшаны алып, оларды басқа мекен-жайға бағыттайтын жаңа транзакция жасау керек. Адам өзінің Bitcoin-нін аудару үшін пайдаланатынын дәлелдеу үшін, ол транзакцияда өзінің цифрлық қолтаңбасын қалдыру керек. Сонда кез келген уақытта жүйедегі барлық транзакциялар жарамды екеніне көз жеткізуге болады.

Транзакция блоктарының тізбегі

Кез келген электрондық төлем жүйесі транзакцияларды бір жерде қалай болмасын сақтауы тиіс. Bitcoin-де барлық ақпарат блоктар тізбегінде сақталады. Әрбір блок тақырып пен транзакциялар тізімін қамтиды. Блоктың тақырыбы бірнеше сипаттардан тұрады, олардың арасында алдыңғы блоктың хэші бар. Транзакциялар блоктар сияқты тізбектерге салынады. Осылайша, блоктардың барлық тізбегі барлық транзакцияларды Bitcoin-нің жұмыс істеу уақытында сақтайды(сурет 1).



1-сурет. Транзакция блоктарының тізбегі

Өндіру күрделілігі

Алтынды көшіруге болмайды - оны тек өндіруге болады. Бірақ бұл уақыт бойынша да, ресурстар бойынша да өте шығынды процесс. Осы үшін ғана алтын жоғары бағаланады. Түсінікті болу үшін мысалда қарастырайық.

Мысалы, адам күніне алтын өндіріп, ақырында алтыннан 1 кг ғана өндірді. Ол адам үшін өндірілген алтынның құны бір күн тынбай жұмыс істеген күнге тең. Ауыр жұмыс күннен кейін ол үзіліс жасап, кинотеатрға баруға шешім қабылдады. Сәйкесінше кассир билетті алтынға айырбастап берді. Неліктен? Себебі, кассирге алтын ұнайды, сонымен қатар оған күні бойы жұмыс істемейтіні ұнайды. Сондықтан, ол 1 кг алтынға билетті айырбастап беруге дайын. Іс жүзінде, алтын өндіруші билетті бір күн бойы еңбек еткеніне айырбастап отыр.

Енді басқа жағдайды ұсынамыз. Алтынмен жұмыс істейтін копир ойлап табылды делік. Бұл жағдайда кассир алтынға билеттерді алмаспайды, өйткені енді ол өзі қалағандай, оны оңай басып шығара алады. Алтын қандай да бір құндылыққа ие болады және оны ақша ретінде пайдалануға болмайды.

Bitcoin-да монеталарды өндіру процесі де ресурстар мен уақытты талап етеді. Бірақ бұл жағдайда бұл адам ресурстары емес, компьютерлік ресурстар болып саналады.

Шартты түрде шектелген ресурс

Алтын ұзағырақ болса, соғұрлым оны табу қиынға түседі. Бұл инфляцияны бақылауда болады деп кепілдік береді.

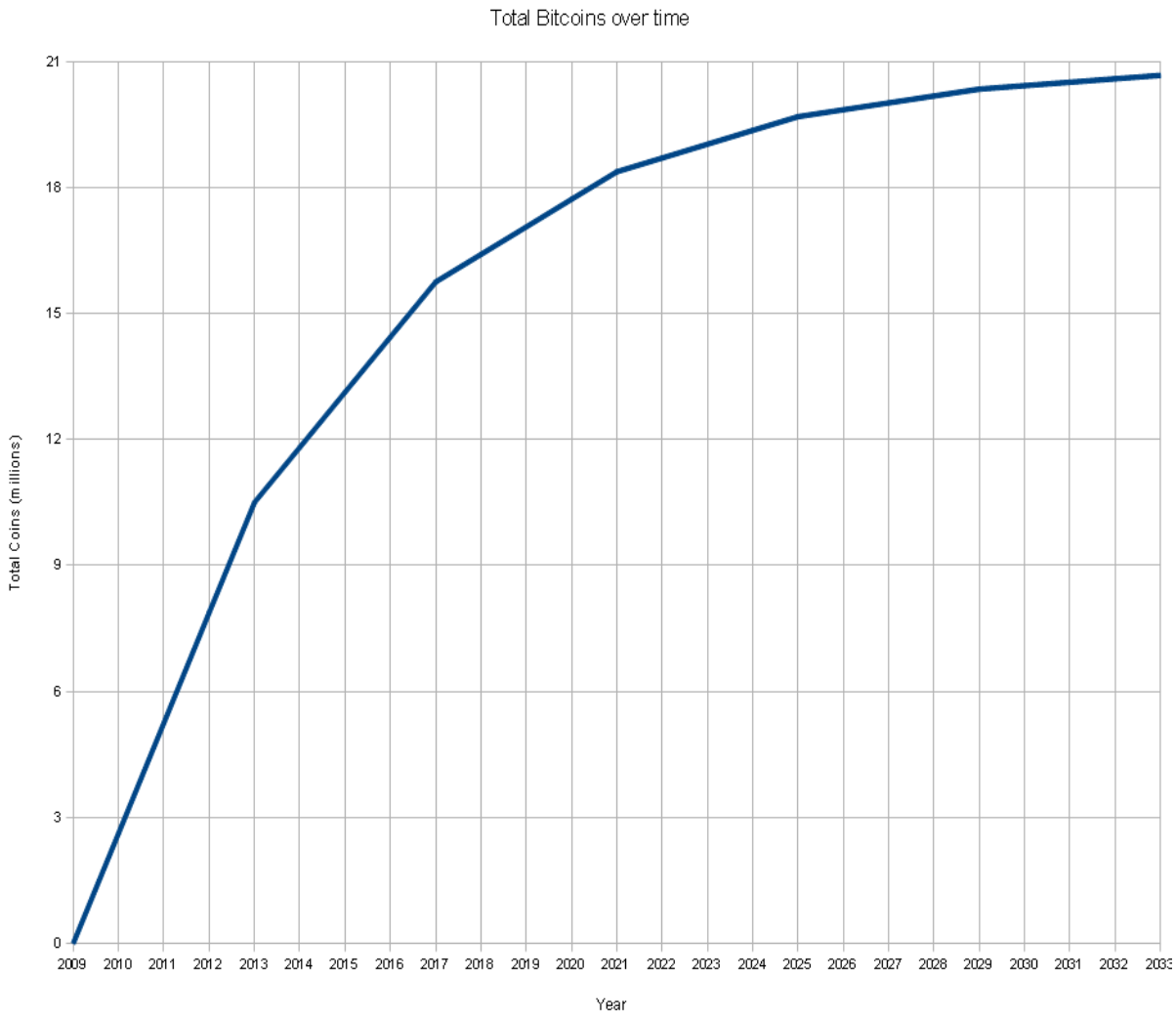
Bitcoin-да ұқсас әрекет уақыт жиынтығында өндірілген монеталардың жылдамдығын енгізу арқылы қол жеткізіледі. Бұл функция кері пропорционалды, яғни уақыт өте келе жылдамдық төмендейді және нөлге ұмтылады. Егер осы функцияның интегралын уақыт бойынша алса, онда экспонент пайда болады (сурет 2).

Мұнда монеталардың жалпы саны 21 000 000-ға ұмтылады. Монеталар жүйеде әрбір 10 минут сайын бумалармен пайда болады, бір бумадағы монеталар саны − 50 және ол әр 4 жыл сайын екі есе азаяды. [10]

Майнинг

Майнинг − криптовалюта транзакцияларының блоктарын құру үшін компьютерлік жүйелердің есептеу қуатын пайдалану процесі. Әрбір блокта тізімдегі бірінші транзакция − ерекше транзакция болып табылады. Монеталар осы транзакция орналасқан блокты генерациялаған адамға қайта жіберіледі. Сондай-ақ, блок құрушысына құрылған блоктағы транзакциялардан комиссия аударылады. Бұл блок генерациясына жұмсалған уақыт пен ресурстар үшін марапат болып табылады. Осылайша, майнерлер бір мезгілде жаңа монеталарды алады және криптовалюта транзакцияларын өткізеді. Егер майнерлер жұмыс істеуін тоқтатса, онда криптовалюта жойылады.

Әр төрт жыл сайын марапат екі есе азаяды, осылайша айналымдағы монеталардың жиынтық саны тұрақтанады.



2-сурет. Bitcoin эмиссиясының жыл сайынғы көлемі

Ірі криптовалюта ресурстарын майнингтеу үшін қарапайым дербес компьютердің ресурстары жеткіліксіз, және де майнерлерде «фермалар» − күшті компьютерлік станцияларын пайдаланады. Bitcoin-майнингімен айналысу және жабдықты сатып алу үшін жақсы сома болу керек. Барлық Bitcoin-майнинг жабдықтары өте қолжетімді, өйткені компьютердің негізгі компоненті − бұл қуатты ойын бейнекарталары, олар суреттер мен бейнелерді өңдеудің орнына жаңа Bitcoin өндіру бойынша есеп жүргізеді.

Bitcoin өндіру − өндірілген Bitcoin құны, жабдықтар мен электр энергиясының шығынынан асып кеткенге дейін маңызды болып саналады. Өндіру күрделілігі ұдайы ұлғайып, ең аз энергия тиімді өндіру құралдары бірте-бірте процестен алынып тасталады. [8]

Қорытынды

Бүгін криптовалюта өз дамуын жалғастыруда, сонымен қатар кибер ақша пайдаланушыларының саны ұдайы өсуде. Bitcoin-ның танымалдығы Bitcoin-мен бірге дамитын басқа криптовалюталардың пайда болуын тудырды, бірақ олардың танымалдығы мен мүмкіндіктері әлдеқайда аз. Кейбір елдерде, оның ішінде Қазақстанда криптовалюталармен күрес жүргізе бастады, бұл адамдар туралы қамқорлық, оларды «ақша суррогаттарына» салу және оларды жоғалтудың алдын алу болып табылады. Алайда, шын мәнінде, мұндай күрес, ең алдымен, ақша эмиссиясының функциясын шоғырландыру, яғни билік мемлекеттің қолында және ешқандай мемлекеттік реттеуге ұшырамайтын төлем қаражаты эмиссиясының баламалы көздерін құруға жол бермеу ниетінен туындады. Дегенмен, Интернетте криптовалюта операцияларына физикалық тыйым салу мүмкін емес. Бірақ криптовалютаны, оның ішінде Bitcoin-дерді өндіруге тыйым салу үшін жеке өмірге араласу сияқты көптеген елдердің заңнамасымен тыйым салынған әрбір компьютерлік құрылғыға қол жеткізу мүмкіндігі қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Нагимова А.З., экономическая глобализация и проблемы национальной и международной безопасности. // Проблемы современной экономики. 2015. № 3 (47).

[2] Натаниэль Поппер, Цифровое Золото. Невероятная история биткойна или о том, как идеалисты и бизнесмены изобретают деньги заново / Натаниэль Поппер. - 2016. - 350 с.

[3] Интернет жілісі https://mbfinance.ru/, 24.11.2018ж.

[4] Интернет жілісі https://mining-cryptocurrency.ru/, 24.11.2018ж.

[5] Интернет жілісі http://cryptomap.ru/kriptovalyuta, 02.03.2019ж.

[6] Интернет жілісі https://ru.wikipedia.org/wiki/биткойн, 02.03.2019ж.

[7] Интернет жілісі http://fingeniy.com/chto-takoe-bitcoin/, 27.03.2019ж.

[8] Интернет жілісі бойынша https://bitcoin.org/ru/faq#what-are-the-advantages-of-bitcoin, 11.04.2019ж.

[9] Достов В.В. Электронные наличные в новом веке. − М.:Инфо-Бизнес, 2012. − 164 с.

[10] Интернет жілісі https://coinmarketcap.com/ru/currencies/bitcoin/#charts, 11.04.2019ж.

Полатова,Ж.Б. Бектимисов А.Т.

Механизм функционирования платежной системы с криптовалютой

Резюме. Криптовалюта представляет собой эволюцию платежных средств. Так как Bitcoin и другие криптовалюты являются независимыми от государства и анонимными валютами, то их «регулирование» представляется лишь в том виде, как введение и развитие мер по защите потребителей и отсутствие разрушения существующих финансовых и экономических институтов, и традиционных платежных систем, что могло бы привести к нарушению стабильности в экономике. Bitcoin не представляет собой угрозу для развития экономической системы, скорее, он может повлиять на ее расширение: доступность в любой точке мира открывает новые рынки для поставщиков товаров и услуг, а движение капитала из развитых стран в развивающиеся способствует накоплению богатства у обеих и повышению потребления. Также нельзя не упомянуть про низкие издержки, гибкость и быстрый расчет в осуществлении денежных операций.

Ключевые слова: криптовалюта, Bitcoin, электронные деньги, криптография, система Proof-of-work, хэширование, майнинг, транзакция.

[1]A.D. Aitulen, [1]S.B. Mukhanov

([1]Department of Computer Engineering and Information Security,
International IT University, Almaty, Kazakhstan)

PROCESSING, IDENTIFICATION AND RECOGNITION BY VIOLA-JONES METHOD

Abstact. Analysis of methods and algorithms for face detection, analysis of existing algorithms for face detection, analysis and research of the viola-jones algorithm, signs of haar, integral image representation, implementation of the viola-jones algorithm, selection of development and research tools, testing.

In this paper, we analyzed the existing algorithms for detecting and recognizing faces in an image. Viola-Jones algorithm was chosen for the study. The analysis of the model of work, the logical and mathematical component of the method of recognition. Using the selected development tool, the selected detection algorithm was implemented. The algorithm was tested, as a result of which the error values of the first and second kind were obtained. As a result, a modification of the viola-jones algorithm was performed.

Key words: Viola-Jones, Haar, SURF, Python, HOG, Face recognition, Scanning window

А. Айтулен, С. Муханов

(Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан)

ОБРАБОТКА, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЧНОСТИ МЕТОДОМ ВИОЛЫ-ДЖОНСА

Аннотация. Анализ методов и алгоритмов обнаружения лиц, анализ существующих алгоритмов детектирования лиц, анализ и исследование алгоритма виолы-джонса, признаки хаара, интегральное представление изображения, реализация алгоритма виолы-джонса, выбор средств разработки и исследования, тестирование.

В данной работе проведен анализ существующих алгоритмов детектирования и распознавания лиц на изображении. для исследования был выбран алгоритм виолы-джонса. Проведен анализ модели работы, логическая и математеческая составляющая часть метода распознавания. С помощью выбранного средства разработки был реализован выбранный алгоритм детектирования. проведено тестирование алгоритма, в

результате которого были получены значения ошибок первого и второго рода. В результате работы была выполнена модификация алгоритма виолы-джонса.

Ключевые слова: Viola-Jones, Haar, SURF, Python, HOG, Face recognition, Scanning window

Введение

Задача распознавания лиц — часть практического применения теории распознавания образов. Она состоит из двух подзадач: идентификации и классификации (тут подробно об отличиях). Идентификация личности активно используется в современных сервисах, таких как Facebook, iPhoto. Распознавание лица используется повсеместно, начиная от FaceID в iPhone X, заканчивая использованием при наведении целей в военной технике.

Человек распознает лица других людей благодаря зоне мозга на границе затылочной и височной долей — веретеновидной извилине. Мы распознаем разных людей с 4-х месяцев. Ключевые особенности, которые выделяет мозг для идентификации, — глаза, нос, рот и брови. Также человеческий мозг восстанавливает лицо целиком даже по половине и может определить человека лишь по части лица. Все увиденные лица мозг усредняет, а потом находит отличия от этого усредненного варианта. Поэтому людям европеоидной расы кажется, что все, кто принадлежит монголоидной расе, на одно лицо. А монголоидам трудно различать европейцев. Внутреннее распознавание настроено на спектральном диапазоне лиц в голове, поэтому, если какой-то части спектра не хватает данных, лицо считается за одно и тоже.

Задачи по распознаванию лиц решают уже более 40 лет. В них входит:

Поиск и распознавание нескольких лиц в видеопотоке.

Стойкость к изменениям лица, прически, бороды, очков, возраста и повороту лица.

Масштабируемость данных для идентификации человека.

Работа в реальном времени.

Один из оптимальных алгоритмов для нахождения лица на картинке и его выделения — гистограмма направленных градиентов.

Есть и иные алгоритмы. Здесь описывается подробно, как происходит поиск зоны с лицом по алгоритму Виолы-Джонса. Он менее точный и хуже работает с поворотами лица.

Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц

Хотя метод был разработан и представлен в 2001 году Полом Виолой и Майклом Джонсом [1, 2], он до сих пор на момент написания моего поста является основополагающим для поиска объектов на изображении в реальном времени [2].

Описание метода Viola Jones

Основные принципы, на которых основан метод, таковы:

используются изображения в интегральном представлении, что позволяет вычислять быстро необходимые объекты;

используются признаки Хаара, с помощью которых происходит поиск нужного объекта (в данном контексте, лица и его черт);

используется бустинг (от англ. boost – улучшение, усиление) для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения;

все признаки поступают на вход классификатора, который даёт результат «верно» либо «ложь»;

используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо.

Обучение классификаторов идет очень медленно, но результаты поиска лица очень быстры, именно поэтому был выбран данный метод распознавания лиц на изображении. Виола-Джонс является одним из лучших по соотношению показателей эффективность распознавания/скорость работы. Также этот детектор обладает крайне низкой вероятностью ложного обнаружения лица. Алгоритм даже хорошо работает и распознает черты лица под небольшим углом, примерно до 30 градусов. При угле наклона больше 30 градусов процент обнаружений резко падает. И это не позволяет в стандартной реализации детектировать повернутое лицо человека под произвольным углом, что в значительной мере затрудняет или делает невозможным использование алгоритма в современных производственных системах с учетом их растущих потребностей.

Требуется подробный разбор принципов, на которых основан алгоритм Виолы-Джонса. Данный метод в общем виде ищет лица и черты лица по общему принципу сканирующего окна.

Принцип сканирующего окна

В общем виде, задача обнаружения лица и черт лица человека на цифровом изображении выглядит именно так:

имеется изображение, на котором есть искомые объекты. Оно представлено двумерной матрицей пикселей размером w*h, в которой каждый пиксель имеет значение:

— от 0 до 255, если это черно-белое изображение;

— от 0 до 2553, если это цветное изображение (компоненты R, G, B).

в результате своей работы, алгоритм должен определить лица и их черты и пометить их – поиск осуществляется в активной области изображения прямоугольными признаками, с помощью которых и описывается найденное лицо и его черты:

$$\text{rectanglei} = \{x,y,w,h,a\}, \tag{1.1}$$

где x, y – координаты центра i-го прямоугольника, w – ширина, h – высота, a – угол наклона прямоугольника к вертикальной оси изображения.

Иными словами, применительно к рисункам и фотографиям используется подход на основе сканирующего окна (scanning window): сканируется изображение окном поиска (так называемое, окно сканирования), а затем применяется классификатор к каждому положению. Система обучения и выбора наиболее значимых признаков полностью автоматизирована и не требует вмешательства человека, поэтому данный подход работает быстро.

Задача поиска и нахождения лиц на изображении с помощью данного принципа часто бывает очередным шагом на пути к распознаванию характерных черт, к примеру, верификации человека по распознанному лицу или распознавания мимики лица.

Интегральное представление изображений

Для того, чтобы производить какие-либо действия с данными, используется интегральное представление изображений [3] в методе Виолы-Джонса. Такое представление используется часто и в других методах, к примеру, в вейвлет-преобразованиях, SURF и многих других разобранных алгоритмах. Интегральное представление позволяет быстро рассчитывать суммарную яркость произвольного прямоугольника на данном изображении, причем какой бы прямоугольник не был, время расчета неизменно.

Интегральное представление изображения – это матрица, совпадающая по размерам с исходным изображением. В каждом элементе ее хранится сумма интенсивностей всех пикселей, находящихся левее и выше данного элемента. Элементы матрицы рассчитываются по следующей формуле:

$$L(x,y) = \sum_{i=0,j=0}^{i\le x,j\le y} * I(i,j) \tag{1.2}$$

где I(i,j) — яркость пикселя исходного изображения.

Каждый элемент матрицы L[x,y] представляет собой сумму пикселей в прямоугольнике от (0,0) до (x,y), т.е. значение каждого пикселя (x,y) равно сумме значений всех пикселов левее и выше данного пикселя (x,y). Расчет матрицы занимает линейное время, пропорциональное числу пикселей в изображении, поэтому интегральное изображение просчитывается за один проход.

Расчет матрицы возможен по формуле 1.3:

$$L(x,y) = I(x,y) – L(x\text{-}1,y\text{-}1) + L(x,y\text{-}1) + L(x\text{-}1,y) \tag{1.3}$$

По такой интегральной матрице можно очень быстро вычислить сумму пикселей произвольного прямоугольника, произвольной площади.

Пусть в прямоугольнике ABCD есть интересующий нас объект D:

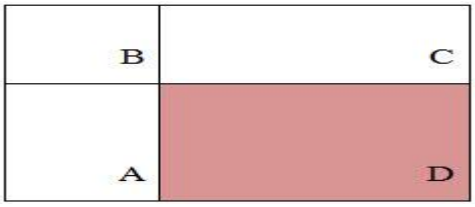


Рис.1. Расположение объекта в прямоугольнике [1]

Из рисунка понятно, что сумму внутри прямоугольника можно выразить через суммы и разности смежных прямоугольников по следующей формуле:

$$S(ABCD) = L(A) + L(C) — L(B) — L(D) \quad (1.4)$$

Примерный просчет показан на рисунке ниже:

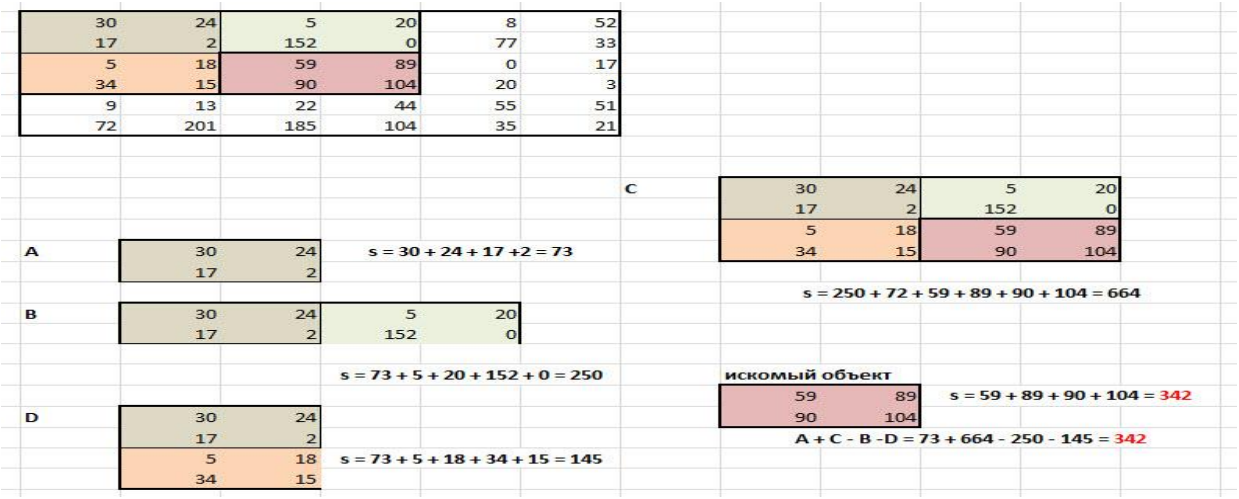


Рис. 2. Вычисление алгоритма прямоугольника [2]

Распознавание лиц поэтапно

Давайте решать эту проблему последовательно. На каждом шаге мы будем узнавать о новом алгоритме обучения машины. Я не собираюсь разъяснять каждый отдельный алгоритм полностью, чтобы не превратить эту статью в книгу, но вы узнаете основные идеи, заключающиеся в каждом из алгоритмов, и узнаете, как можно создать свою собственную систему распознавания лиц в Python, используя OpenFace и dlib.

Шаг 1. Нахождение всех лиц

Первым шагом на нашем конвейере является обнаружение лиц. Совершенно очевидно, что необходимо выделить все лица на фотографии, прежде чем пытаться распознавать их!

Если вы использовали в последние 10 лет какую-либо фотографию, то вы, вероятно, видели, как действует обнаружение лиц:

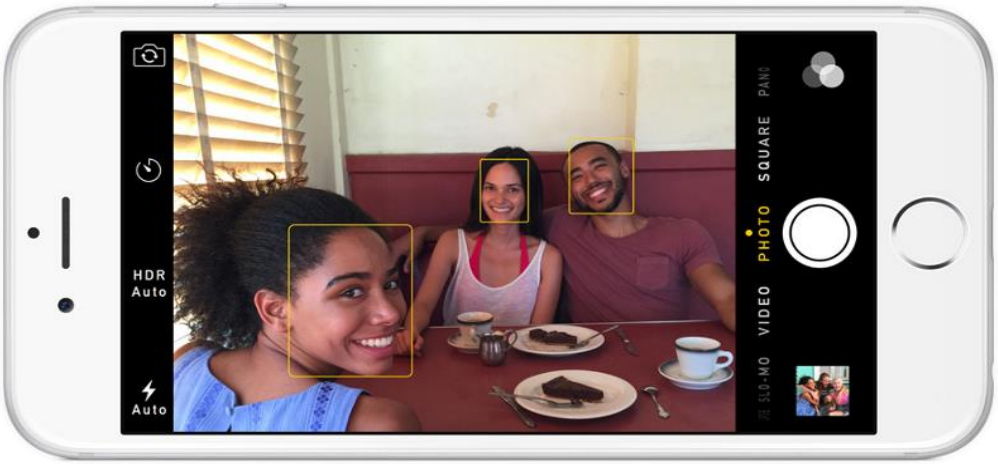


Рис. 3. Алгоритм обнаружение лиц [1]

Обнаружение лиц — великое дело для фотокамер. Если камера может автоматически обнаруживать лица, то можно быть уверенным, что все лица окажутся в фокусе, прежде чем будет сделан снимок. Но мы будем использовать это для другой цели — нахождение областей изображения, которые надо передать на следующий этап нашего конвейера.

Обнаружение лица стало господствующей тенденцией в начале 2000-х годов, когда Пол Виола и Майкл Джонс изобрели способ обнаруживать лица, который был достаточно быстрым, чтобы работать на дешёвых камерах. Однако сейчас существуют намного более надёжные решения [3]. Мы собираемся использовать метод, открытый в 2005 году, — гистограмма направленных градиентов (коротко, HOG).

Для обнаружения лиц на изображении мы сделаем наше изображение чёрно-белым, т.к. данные о цвете не нужны для обнаружения лиц:



Рис. 4. Изображение лица [1]

Затем мы рассмотрим каждый отдельный пиксель на нашем изображении последовательно. Для каждого отдельного пикселя следует рассмотреть его непосредственное окружение:

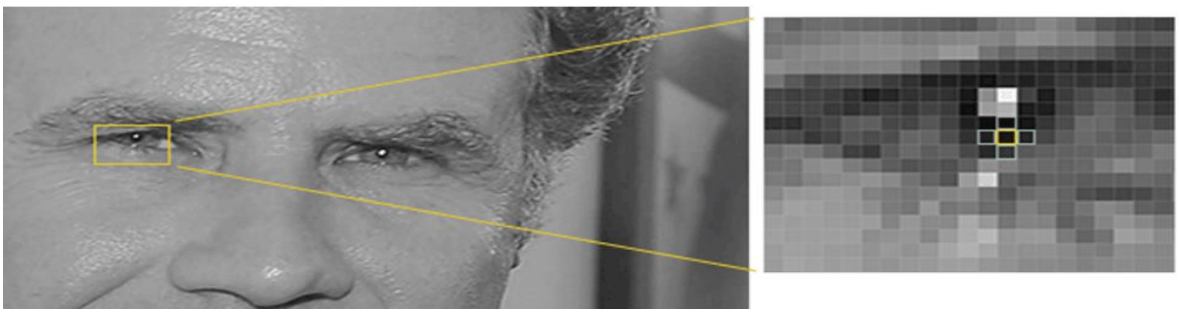


Рис. 5. Выделение контура в области глаз [1]

Нашей целью является выделить, насколько тёмным является текущий пиксель по сравнению с пикселями, прямо примыкающими к нему. Затем проведём стрелку, показывающую направление, в котором изображение становится темнее:

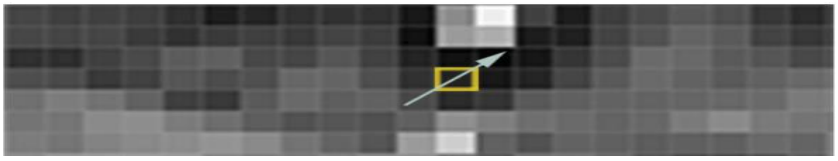


Рис. 6. Выделение квадратик со стрелкой контура [1]

При рассмотрении этого одного пикселя и его ближайших соседей видно, что изображение темнеет вверх вправо.

Если повторить этот процесс для каждого отдельного пикселя на изображении, то, в конечном итоге, каждый пиксель будет заменён стрелкой [4]. Эти стрелки называют градиентом, и они показывают поток от света к темноте по всему изображению:

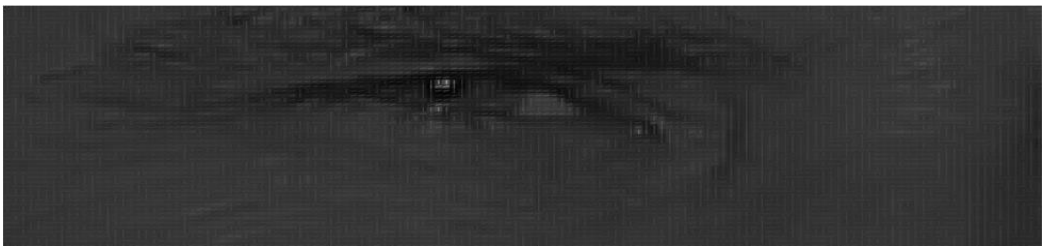


Рис. 7. Выделение градиента [1]

Может показаться, что результатом является нечто случайное, но есть очень хорошая причина для замены пикселей градиентами. Когда мы анализируем пиксели непосредственно, то у тёмных и светлых изображений одного и того же человека будут сильно различающиеся значения интенсивности пикселей [5]. Но если рассматривать только направление изменения яркости, то как тёмное, так и светлое изображения будут иметь совершенно одинаковое представление. Это значительно облегчает решение проблемы!

Но сохранение градиента для каждого отдельного пикселя даёт нам способ, несущий слишком много подробностей. Мы, в конечном счёте, не видим леса из-за деревьев. Было бы лучше, если бы мы могли просто видеть основной поток светлого/тёмного на более высоком уровне, рассматривая таким образом базовую структуру изображения.

Для этого разбиваем изображение на небольшие квадраты 16x16 пикселей в каждом [6]. В каждом квадрате следует подсчитать, сколько градиентных стрелок показывает в каждом главном направлении (т.е. сколько стрелок направлено вверх, вверх-вправо, вправо и т.д.). Затем рассматриваемый квадрат на изображении заменяют стрелкой с направлением, преобладающим в этом квадрате.

В конечном результате мы превращаем исходное изображение в очень простое представление, которое показывает базовую структуру лица в простой форме:

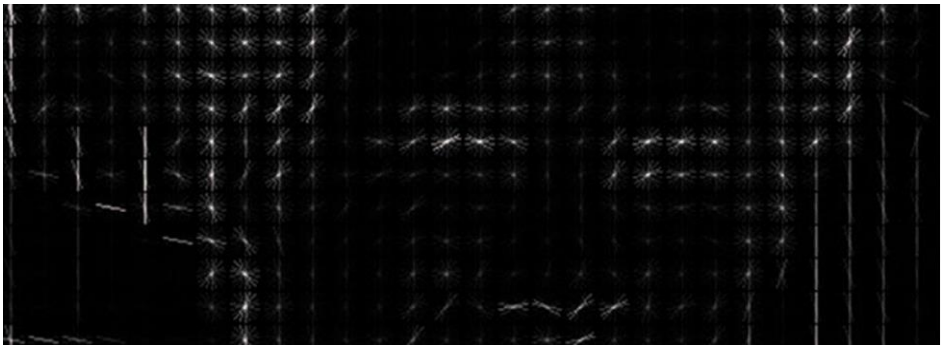


Рис. 8. Бинаризация изображения [1]

Исходное изображение преобразовано в HOG-представление, демонстрирующее основные характеристики изображения независимо от его яркости.

Практические результаты

Распознавание лиц по принципу метода Виола-Джонса работает на основе признаков лиц. Всего существует 128 характеристик лица, и оно работает таким образом, когда мы загружаем исходное изображение лица, оно проходит несколько этапов обработки изображения, первое - загрузка, сохранение и обработка (идентификация). Ниже будет продемонстрировано шаги обработки и распознавание личности изображения. Алгоритм работает на основе мобильного приложения Телеграмм-бот, разработанный на языке Python. Реализация программы сделано на мобильном приложении. Необходимо, для работы или тестирования программы (алгоритма) включить сервер и сделать запрос на стороне клиента. То есть оно работает на основе клиент-серверного приложения. Первый этап, мы загружаем фотографию лица любой личности:



Рис. 9. Загрузка изображении, обработка и распознавание

Второй этап, проверяем на подлинность личности, то есть тестируем качество распознавания:



Рис. 10. Идентификация, распознавание личности на подлинность

Согласно этим результатом, мы видим, как успешно работает и распознает алгоритм для распознавания лица. То есть если загружено фото другой личности он не находит ее в базе и тем самым сообщает что в данным изображении исходная личность не найдено. Это подтверждает точность работы алгоритма. Можно тестировать бесконечно, главное, чтобы качество изображения было высокое, то есть как если будут помехи такие как искаженность изображения, затемнение контраста и фона, другие искаженности и присутствие сторонних объектов на изображении, предотвращают качеству обработки и распознаванию изображения.

Заключение

В этой статье рассмотрено теория распознавания лиц на практике. То есть были проанализированы и изучены математические модели, а также алгоритмы. Метод Виолы-Джонса показал себя как эффективный инструмент для обнаружения объектов на изображении в реальном времени. Помимо того, что основной задачей было обнаружении лиц, однако этот метод показывает высокий и точный алгоритм распознавания объектов (образов) на рисунках. Математический подход показывает, что суммирование пикселей исходя прямоугольных регионов, метод используется для

поиска объектов на изображении. Эти признаки, предложенные Виолой и Джонсом, демонстрируют более одной прямоугольной области и немного сложнее метода Хаара. Для цифрового изображения, признаки Хаара один из основных алгоритмов в распознавании образов. Основную логику и как работает алгоритм было отражено в данной статье, а также были получены тестовые и экспериментальные результаты работающей (разработанной) программы для обнаружения лиц. Все основные математический формулы, уравнения, библиотеки, технологии и языки были описаны. С помощью этих элементов мы показали реальные (практические) результаты распознавания лица с теории на практике. Телеграмм-бот воспроизводит процесс работы алгоритма, а также отражает взаимодействие клиента с сервером, демонстрирую запрос-ответ (request-response) котором мы получаем данные в виде текста рабочей программы. На скриншотах отчетливо видно, как работает программа, то есть первоначально мы загружаем фотографию и даем наименование, после загружаем аналогичную фото личности, если он находиться больше половине признаков характеристики лица, то программа обнаруживает и узнает лицо (истинный результат). В то время как мы загружаем фото другой личности программа показывает ложный результат, что и показывает точность и эффективность данного приложения. Подытоживая все это были исследованы все необходимые математические модели (формулы), алгоритмы и методы. В завершении разработано мобильное приложение, которое обнаруживает (распознает) лицо в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

[1] P. Viola and M.J. Jones, «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features», proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001

[2] P. Viola and M.J. Jones, «Robust real-time face detection», International Journal of Computer Vision, vol. 57, no. 2, 2004., pp.137–154

[3] Р.Гонсалес, Р.Вудс, «Цифровая обработка изображений», ISBN 5-94836-028-8, изд-во: Техносфера, Москва, 2005. – 1072 с.

[4] Местецкий Л. М., «Математические методы распознавания образов», МГУ, ВМиК, Москва, 2002–2004., с. 42 – 44

[5] Jan ˇSochman, Jiˇr´ı Matas, «AdaBoost», Center for Machine Perception, Czech Technical University, Prague, 2010

[6] Yoav Freund, Robert E. Schapire, «A Short Introduction to Boosting», Shannon Laboratory, USA, 1999., pp. 771-780

Айтулен А., Муханов С.

Viola-jones әдісімен өңдеу, сәйкестендіру және тану

Түйіндеме. Беттерді табу үшін алгоритмдер мен әдістерді талдау, тұлғаларды табу үшін қолданыстағы алгоритмдерді талдау, виртуозды алгоритмді талдау және зерттеу, сызық белгілері, интегралды кескінді ұсыну, виртуалды-аллергия алгоритмін енгізу, даму және зерттеу құралдарын таңдау, тестілеу.

Осы мақалада суреттегі тұлғаларды анықтау және тану үшін қолданыстағы алгоритмдерді талдадық. Зерттеу үшін Виола-Джонс алгоритмі таңдалды. Жұмыстың моделін талдау, тану әдісінің логикалық және математикалық компоненті. Таңдалған әзірлеу құралы арқылы таңдалған табу алгоритмі іске асырылды. Алгоритм сыналды, нәтижесінде бірінші және екінші түрдегі қателік мәндері алынды. Нәтижесінде, альтолеганың аллергиясын модификациялау орындалды.

Түйінді сөздер: Viola-Jones, Haar, SURF, Python, HOG, Face recognition, Scanning window

ӘӨЖ 538.911

[1]D.A. Muratov, [1]A.S. Serikkanov, [1]N.Zh. Almasov, [1]K.P. Aimaganbetov, [2]R.R. Nemkayeva

([1]Satbayev University, Institute of Physical and Technology, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail:mda210389@mail.ru. [2]KazNU named after al-Farabi. Almaty, Kazakhstan)

PECULARITIES OF STRUCTURE OF THIN WS_2 FILMS GROWTH BY CVD

Abstract: This paper presents the results of obtaining WS2 crystals by CVD sulfurization of sulfur on the surface of a pre-sprayed thin layer of tungsten. The obtained samples were investigated on SEM, AFM, Raman and x-ray fluorescence analysis.

The aim of the work was to obtain thin WS2 films at relatively low temperatures

Key words: : WS_2, MoS_2, CVD, AFM, TMDs

[1]Д.А. Муратов, [1]А.С. Серикканов, [1]Н.Ж. Алмасов, [1]К.П. Аймаганбетов, [2]Р.Р. Немкаева
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
[2]әл-Фараби атындағы ҚазҰУ. Алматы, Қазақстан Республикасы,)

ХИМИЯЛЫҚ БУ ФАЗА ӘДІСІМЕН (CVD)АЛЫНҒАН WS_2ЖҰҚА ҚАБЫРШАҚТАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа: Бұл жұмыста WS_2 кристаллдарын төсеніш беттеріне металл қабатын магнетрондық және CVD әдісімен күкіртпен сульфуризация жасалынады. Алынған үлгімерді әртүрлі талдау аспаптарында зерттелінеді.

Бұл жұмыста төсеніш беттерінде салыстырмалы төмен температурада жұқа қабатты WS_2 алу болып табылады

Түйінді сөздер: WS_2, MoS_2, CVD, АКМ, ДӨМ

Кіріспе.

MS_2 (M = Mo, W) сияқты екі өлшемді атомарлық жұқа дихалькогенидті өтпелі металдарды (ДӨМ) синтездеу, олардың макроөлшемдердегі аналогтарымен салыстырғанда теңдессіз қасиет көрсететіндігімен үлкен қызығушылықтар тудырды [1–3]. Атомдық жұқа вольфрамның дисульфиді (WS_2) MoS_2-ге ұқсас құрылымға ие, бірақ бөлме температурасында фотолюминесценцияның күшті квантты шығысына және MoS_2-ден [4-6] салыстырғанда үлкен спин-орбиталық байланысы бар, сондықтан оны оптоэлектроника және наноэлектроника, энергияны сақтау аспаптарда қолданудың мүмкіншіліктерін ашады.

Қарапайым екі өлшемді материал өкілі ретінде графенді келтіруге болады. Графенде заряд тасымалдаушылардың жоғары сапалы қозғалысы мен жоғары жылу өткізгіштік, фотоөткізгіштік байқалады, сондықтан графен келешектегі аспаптардың кең ауқымды болашағы зор материал ретінде қарастырылады [7].

Екі өлшемді өтпелі металл дихальцогенидтер (2D ДӨМ) әдетте MX_2 сияқты жалпыланған химиялық формулаға ие, мұнда M - 4-10 топтағы өтпелі металл (Mo, W және т.б.) және X - халькоген (S, Se, Te, әрі қарай). MX_2 - бұл әрқайсысы бір ұяшықта үш қабатты атомдар (X-M-X) бар типтік қабатты қосылыс. Ішкі қабаттағы атомдары коваленттік байланыспен тығыз байланысты, ал қабаттар арасындағы атомдары әлсіз ван дер Ваальс күшімен байланысты [8]. MoS_2 сияқты, WS_2 қабаттары көрінетін спектрде тыйым салынған аумағы тік, күшті спин-орбиталық байланысқа және жарық пен зат арасындағы қарқынды өзара әрекеттесу секілді көлемді заттардан өзгеше жаңа физикалық қасиеттерге ие. Қазіргі уақытта бір қабатты екі өлшемді материалдарды алу үшін бірнеше әдіс қолданылады, соның ішінде механикалық бөлу, қабыршақтарды күкірттендіру, термиялық ыдырату және химиялық бумен тұндыру. Олардың арасында механикалық бөлу әдісіндегі кемшіліктеріне өсірудің төмен тиімділігі, шектеулі өлшемдері жатады [9]. Қабыршақты күкірттендіру кезінде, W немесе WO_3 жұқа қабыршақтары алдымен субстратқа шашылып, содан кейін W/WO_3 қабыршақтары күкірт буларының атмосферасында орналастырады. Процесс салыстырмалы қарапайым, бірақ қабыршақтардың қалыңдығын басқару қиын [10, 11, 12]. Лью және т.б. термиялық ыдырау арқылы MoS_2 қабыршақтарын синтездеген.

Үздіксіз ірі көлемді моно- және көп қабатты WS_2 синтезі вольфрамның немесе вольфрам тотығының ультражұқа қабықшаларын сульфуризация арқылы алынды. Ол үшін термиялық буландыру, магнетронды тозаңдату және атомдық қабаттарын тұндыру әдістері қолданылды [13-19]. Бұл екі сатылы химиялық бу фазада тұндыру (CVD) әдісі үлкен поликристаллдық WS_2 қабыршақтарды алуды қамтамасыз етеді. Алайда, поликристалды қабыршақтардағы монокристалды доменінің өлшемі наноөлшеммен шектеледі және олардың электрлік қасиеттері түйіршік шекараларының (ТШ) болуына байланысты айтарлықтай нашарлауы мүмкін [20]. Бұдан басқа, ультражұқа қабыршақтарды алу көп уақытты қажет етеді және олардың дәл қалыңдығын бақылауға жұмысты қажет етеді. WS_2 синтездеу процесін жеңілдету үшін SiO_2/Si, сапфир, Au фольгасы және h-BN сияқты түрлі төсеніштерде ұнтақ WO_3 қабатына тікелей күкірт қышқылына негізделген бір сатылы CVD пайдаланылды [21-26]. Ли және т.б. [27] WS_2 үздіксіз поликристалды моноқабатты қабықшаларды SiO_2/Si төсеніштерінде сантиметрлік масштабта пирлен-3,4,9,10-этакарбоксин қышқылының (PTAS) тетракалий тұзының түйіршіктеріне өсірілгені туралы жазылған. Дегенмен, оқшауланған бір кристалды домендердің мөлшері 10-дан 20 мкм аралығында шектелген. Чжан және басқалар. [28] сутегі мен аргон аралас газымен төмен қысымда сапфир төсенішінде 50х50 мкм^2 астам домен өлшемі бар бір қабатты және көп қабатты WS_2 түйіршіктерін синтездеу туралы хабарлады. Жақында Чжоу әріптестерімен [29] балқытылған натрий хлорид тұзды қолданып WO_3 балқу температурасының төмендеуіне байланысты орташа температурада қабырғасының ұзындығы 300 мкм болатын үлкен өлшемді WS_2 үшбұрышты моноқабаттын синтездеу үшін қолдануға болатындығын көрсетті.

Бұл зерттеуде атмосфералық қысымда CVD қондырғыда WS_2 бір қабатты қабықшаларды синтездеудің әдісі туралы баяндалады. WO_3-нің таралуын жеңілдету үшін алдымен WO_3-ді үлгінің бетіне магнетрондық әдіспен тозаңдатылды.

Эксперимент әдістемесі.

Химиялық бу фазасы әдісінде алдымен 3 түрлі үлгілер таңдалынып алынды. Жұқа кварц (SiO_2), әйнек және кремний пластиналары алдын-ала дайындалған калий дихроматы ерітіндісінде $K_2Cr_2O_7$ әртүрлі қалдық заттардан тазартылды. Кейін олар дистилденген сумен шайылып, кептірілді. Тазартылған үлгілер ARC 2000 магнетрондық тозаңдандыру қондырғысына орнатылды.

ARC 2000 магнетрондық тозаңдандыру қондырғысы арнайы жұмыс газдарымен жабдықталған, 3 түрлі материал нысанын бірден немесе кезектесе тозаңдату қабілетінен ие қондырғы. Магнетрондық қондырғы құрамына: 3 нысана орналасқан магнетрон бөліктері, үлгі орналасатын және қажетті температураға дейін қыдырылатын үстелден, газ беру жүйелерінен және үстелді айналдыру жүйелерінен, турбомолекулалық жоғары вакуумды сорғылардан және форвакуумдық сорғылардан тұрады. Үстелді айналдыру жүйесінің арқасында тозаңдатылатын материал бөлшектері үлгінің бетіне біркелкі қонуына мүмкіндік береді. Ал жоғары вакуумдық турбомолекулалық сорғының көмегімен тазалығы жоғары қабыршақтар алуға мүмкіндіктер береді.

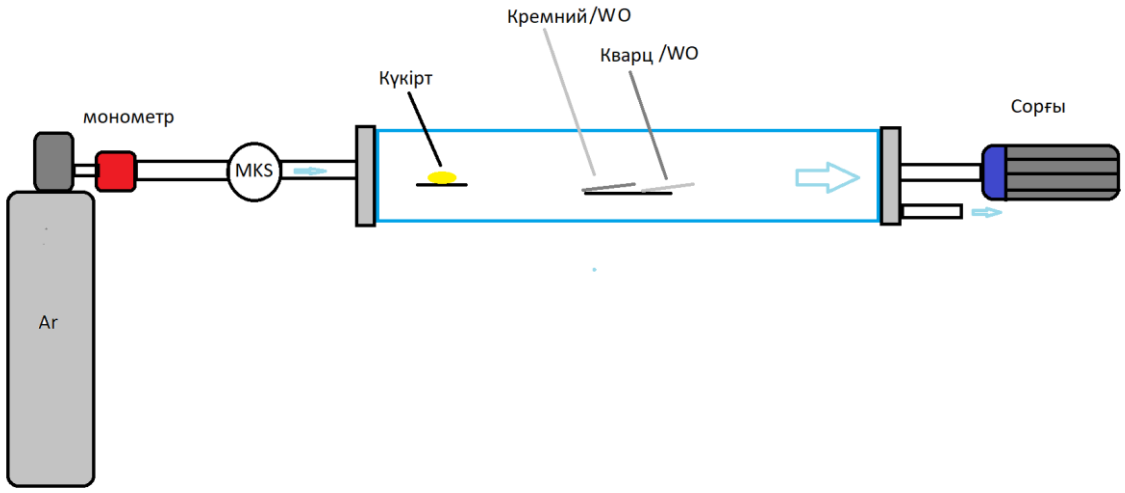
ARC 2000 магнетрондық тозаңдандыру қондырғысына орналасқан кремний және кварц пластиналары аргон Ar және оттегі O_2 атмосфераларында 20 минут бойы вольфрам W пластинасы тозаңдатылады. Тозаңдату процесі аргон Ar және оттегі O_2 плазмасы $4 \cdot 10^{-3}$ Torr қысымында жүргізілді. Жалпы процесс қуаты 20Вт-ты құрады.

Магнетрондық қондырғыдан бетіне жұқа вольфрам W қабыршағы орналасқан үлгілер сульфуризация процесін жүргізу үшін алдымен CVD реакторының ортасына жұқа кварц (SiO_2) және кремний пластиналары орналастырылды.

CVD химиялық бу фазалық тұндыру реакторы негізінен кварц түтікшесінен, жоғары температураларға дейін қыздыра алатын пеш жүйелерінен, жұмыс газдарынан мен газ ағындарын реттегіш құралдарынан және форвакуумдық сорғыдан тұрады.

CVD химиялық бу фазалық тұндыру реакторының жұмыс газдары берілетін аймағында ЕТ ерекше тазартылған күкірт ұнтақтарын жоғары температураға төзімді кварц ыдысына салып орнатып кварц түтікшелі реактор тығыз жабылды.

Түтікшеге үлгілер мен қажетті күкірт орналастырылғаннан жабылғаннан кейін форвакуумдық сорғының көмегімен 10^{-1} Torr қысымына жеткізіліп, кейін аргон газымен бір рет толтырылып қайта вакуум жасалынады. Процесс басталар алдында CVD түтікше жұмыс газымен атмосфералық қысымға дейін толтырылып, түтікшенің краны арқылы қолданылған газды сыртқа шығарылды. Кварц түтікшенің ортасына орналасқан Si/WO_3 және SiO_2/WO_3 үлгілерін ағынға қарсы көлбеу орналастырып, 750^0C температураға дейін қыздырылды (1-сурет). Күкіртпен сульфуризация үшін күкірт ұнтақтары 120^0 C температураға қыздырылып жұмыс газының Ar ағын көлемі 30 sccm –ты құрады. Процесс 30 минут бойы аргон атмосферасында жүргізіледі.

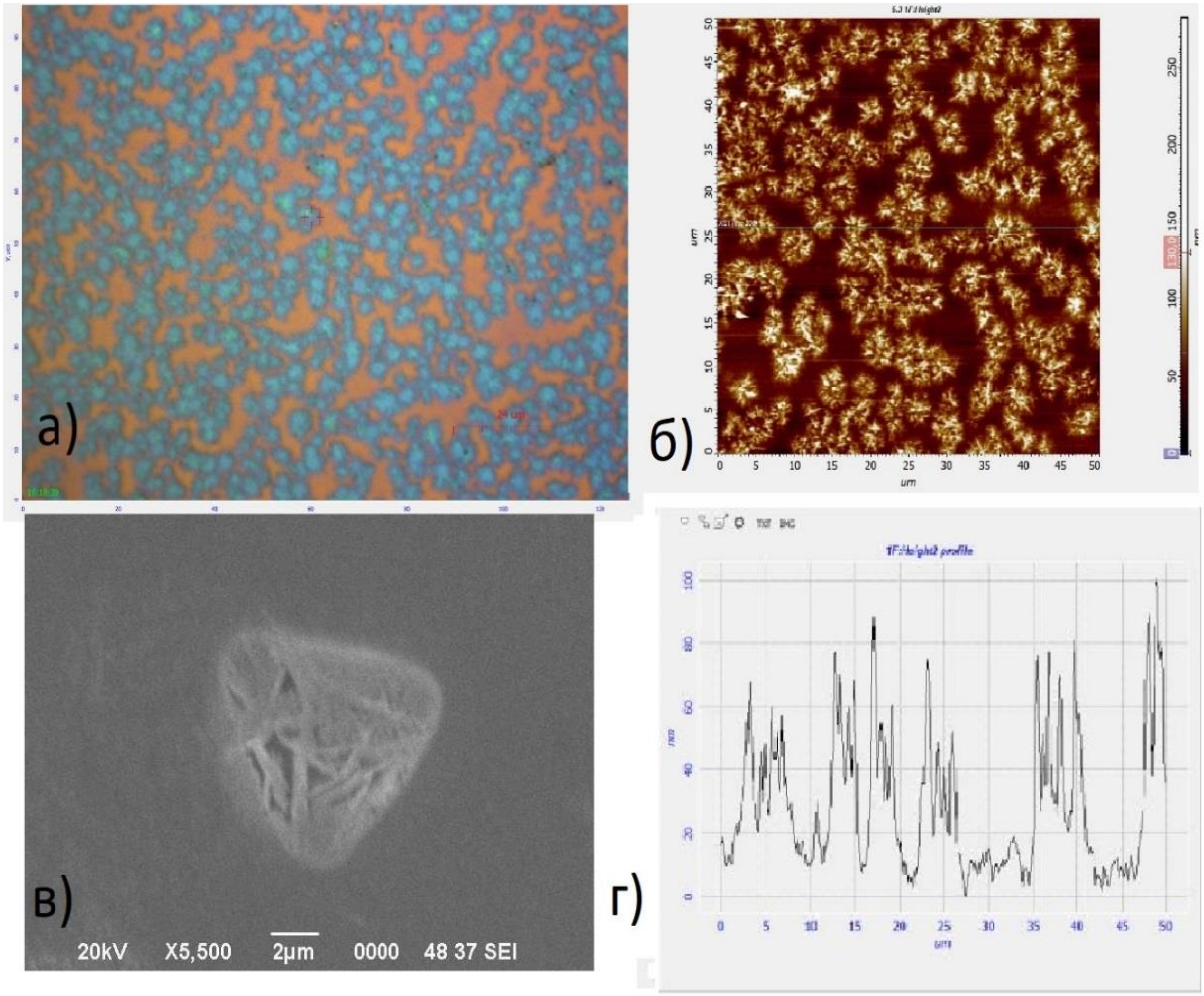


1-сурет. CVDқондырғысындаSi/WO_3және SiO_2/WO_3беттерін сульфуризация процессі

Дәл осындай реттілікпен CVD түтікшеде бетіне магнетрондық әдіспен WO_3 қабыршақтары өсірілген әйнек үлгісі орнатылады. Әйнек/WO_3 үлгісі Ar аргон жұмыс газында 30 sccm ағын көлемінде 30 минут бойы 570^0C температураға дейін қыздырылды.

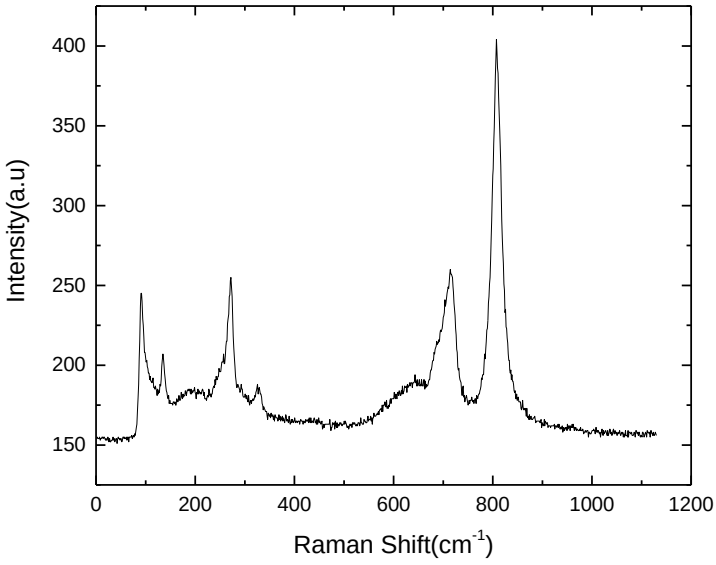
Нәтижелері.

Жоғарыда келтірілген тәсіл бойынша синтезделген үлгілердің оптикалық (а), атомдық күштік (б) және сканирлеуші электрондық микроскопия нәтижелері 2 суретте көрсетілген.



2-сурет. Үлгілердің бетін а) оптикалық микроскоптың, б және г) атомдық күш микроскоптың, в) электронды микроскоптың талдау бейнелері

CVD процессы салыстырмалы жоғары темперетурада өтүіне байланысты үлгілердің беті тұтас емес «арал» тәріздес құрылымға иеленді. Үлгілердің биіктігі бойынша беттік профилі 2 (г) суретінде көрсетілген. Біздің ойымызша, бұл улгілердің құрамындағы кейбір элементтердің немесе қосылыстардың булану температурасы төмен болуымен байланысты. Әсіресе бұл жағыдай күкіртке қатысты, себебі оның булану температурасы бар болғаны 120 ◦ С. Рентгендік флуоресценттік талдау барысында үлгілердің құрамындағы күкірттің атомдық үлесі 0,29 %-дан аспайтындығы анықталды. Алайда, 2 (в) суретте көрсетілген құрылым бірнеше мақалаларда кездесетін бір немесе бірнеше қабатты монокристалды WS_2 құрылымға жақын. Бұл жұмыстарда синтездің температурасы біздікімен салыстырғанда жоғарырақ болды. Сол себептен, біз алған үлгілердің құрылымын шағын кристалдардан тұратын үлкен үшбұрышты поликристаллдар деп сипаттауға болады. Бұл болжамды тікелей дәлелдейтін өлшемдерді өткізуге мүмкіндік болмады, өкінішке орай. Жанама дәлел ретінде, үлгілердің Раман спектрлерін келтіруге болады, сурет 3.



3-сурет. Раман спектрі

Әдебиетте 350 см-1 аумағында байқалатын шың біренші ретті оптикалық E_{2g}(M) модамен, екінші ретті акустикалық 2LA(M) модамен және бірінші ретті оптикалық модамен байланыстырылады E_{2g}(M) [11].

Қорытынды.

Жұмыстарды бірнеше талдау аспаптарында зерттеу барысында келесідей қорытындылар жасауға болады.

Төсеніш беттеріне алдын –ала W вольфрам қабатын магнетрондық тозаңдату арқылы өсіріп, кейін CVD әдісімен S күкіртпен сулфуризация жасау оптикалық, электрондық және АКМ талдау нәтижелерінде кристаллдардың пайда болғанын көрсетті.

АКМ профильдік кескіні алынған вольфрамм мен күкірттің қабаттарының CVD процессі кезінде булану салдарынан кейбір аймақтарында жұқарғанын, ал кейбір аймақтарда «арал» тәріздес кристаллдардың шоғырларын көрсетеді.

Раман спектрі мен рентгендік флуоресценттік талдау нәтижелері төсеніш бетіндегі вольфрамм қабатына CVD әдісінде өте аз мөлшерлерде байланысқандығын көрсетті.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ji, Q., Zhang, Y., Zhang, Y., Liu, Z. Chemical vapour deposition of group-VIB metal dichalcogenidemonolayers: Engineered substrates from amorphous to single crystalline. Chem. Soc. Rev. **2015**, 44,2587–2602.

[2] Shi, J.P., Ji, Q.Q., Liu, Z.F., Zhang, Y.F. Recent advances in controlling syntheses and energy relatedapplications of MX_2 and MX_2/graphene heterostructures. Adv. Energy Mater. **2016**, 6, 24.

[3] Brent, J.R., Savjani, N., O'Brien, P. Synthetic approaches to two-dimensional transition metal dichalcogenidenanosheets. Prog. Mater. Sci. **2017**, 89, 411–478.

[4] Peimyoo, N., Shang, J., Cong, C., Shen, X.,Wu, X., Yeow, E.K.L., Yu, T. Nonblinking, intense two-dimensionallight emitter: Mono layer WS_2 triangles. ACS Nano **2013**, 7, 10985–10994.

[5] Zhao, W., Ghorannevis, Z., Chu, L., Toh, M., Kloc, C., Tan, P.-H., Eda, G. Evolution of electronic structure inatomically thin sheets of WS_2 and WSe_2. ACS Nano **2013**, 7, 791–797.

[6] Zhu, Z.Y., Cheng, Y.C., Schwingenschloegl, U. Giant spin-orbit-induced spin splitting in two-dimensionaltransition-metal dichalcogenide semiconductors. Phys. Rev. B **2011**, 84, 153402.

[7] Novoselov KS, Geim AK, Morozov SV, Jiang D, Zhang Y, Dubonos SV, Grigorieva IV, Firsov AA (2004) Electric field effect in atomically thin carbon films. Science 306:666–669

[8] Wang QH, Kalantar-Zadeh K, Kis A, Coleman JN, Strano MS (2012) Electronics and optoelectronics of two-dimensional transition metal dichalcogenides. Nat Nanotechnol 7:699–712

[9] Yu WJ, Liu Y, Zhou HL, Yin AX, Li Z, Huang Y, Duan XF (2013) Highly efficient gate-tunable photocurrent generation in vertical heterostructures of layered materials. Nat Nanotechnol 8:952–958

[10] Choi BK, Lee IH, Kim J, Chang YJ (2017) Tunable wetting property in growth mode-controlled WS_2 thin films. Nanoscale Res Lett 12:262

[11] Orofeo CM, Suzuki S, Sekine Y, Hibino H (2014) Scalable synthesis of layer-controlled WS_2 and MoS_2 sheets by sulfurization of thin metal films. Appl Phys Lett 105:1530

[12] Gutiérrez HR, Perea-López N, Elías AL, Berkdemir A, Wang B, Lv R, López-Urías F, Crespi VH, Terrones H, Terrones M (2013) Extraordinary room-temperature photoluminescence in triangular WS_2 monolayers. Nano Lett 13:3447–3454

[13] Song, J.-G., Park, J., Lee,W., Choi, T., Jung, H., Lee, C.W., Hwang, S.-H., Myoung, J.M., Jung, J.-H., Kim, S.-H.,et al. Layer-controlled, wafer-scale, and conformal synthesis of tungsten disulfide nanosheets using atomiclayer deposition. ACS Nano **2013**, 7, 11333–11340.

[14] Elias, A.L., Perea-Lopez, N., Castro-Beltran, A., Berkdemir, A., Lv, R.T., Feng, S.M., Long, A.D., Hayashi, T.,Kim, Y.A., Endo, M., et al. Controlled synthesis and transfer of large-area WS_2 sheets: From single layer tofew layers. ACS Nano **2013**, 7, 5235–5242.

[15] Orofeo, C.M., Suzuki, S., Sekine, Y., Hibino, H. Scalable synthesis of layer-controlled WS_2 and MoS2 sheetsby sulfurization of thin metal films. Appl. Phys. Lett. **2014**, 105.

[16] Jung, Y., Shen, J., Liu, Y., Woods, J.M., Sun, Y., Cha, J.J. Metal Seed Layer Thickness-induced transition fromvertical to horizontal growth of MoS2 and WS_2. Nano Lett. **2014**, 14, 6842–6849.

[17] Park, J., Kim, M.S., Cha, E., Kim, J., Choi, W. Synthesis of uniform single layer WS2 for tunablephotoluminescence. Sci. Rep. **2017**, 7, 16121.

[18] Chen, Y., Gan, L., Li, H., Ma, Y., Zhai, T. Achieving uniform monolayer transition metal dichalcogenides filmon silicon wafer via silanization treatment: A typical study on WS_2. Adv. Mater. **2017**, 29, 1603550.

[19] Zhang, Y.S., Shi, J.P., Han, G.F., Li, M.J., Ji, Q.Q., Ma, D.L., Zhang, Y., Li, C., Lang, X.Y., Zhang, Y.F., et al.Chemical vapor deposition of monolayer WS_2 nanosheets on Au foils toward direct application in hydrogenevolution. Nano Res. **2015**, 8, 2881–2890.

[20] Jia, Z., Hu,W., Xiang, J.,Wen, F., Nie, A., Mu, C., Zhao, Z., Xu, B., Tian, Y., Liu, Z. Grain wall boundaries incentimeter-scale continuous monolayer WS_2 film grown by chemical vapor deposition. Nanotechnology **2018**,29, 255705.

[21] Okada, M., Sawazaki, T.,Watanabe, K., Taniguch, T., Hibino, H., Shinohara, H., Kitaura, R. Direct chemicalvapor deposition growth of WS_2 atomic layers on hexagonal boron nitride. ACS Nano **2014**, 8, 8273–8277.

[22] Xu, Z.Q., Zhang, Y.P., Lin, S.H., Zheng, C.X., Zhong, Y.L., Xia, X., Li, Z.P., Sophia, P.J., Fuhrer, M.S.,Cheng, Y.B., et al. Synthesis and transfer of large-area monolayer WS_2 crystals: Moving toward the recyclableuse of sapphire substrates. ACS Nano **2015**, 9, 6178–6187.

[23] Zhang, Y., Zhang, Y.F., Ji, Q.Q., Ju, J., Yuan, H.T., Shi, J.P., Gao, T., Ma, D.L., Liu, M.X., Chen, Y.B., et al.Controlled growth of high-quality monolayer WS_2 layers on sapphire and imaging its grain boundary. ACSNano **2013**, 7, 8963–8971.

[24] Gao, Y., Liu, Z.B., Sun, D.M., Huang, L., Ma, L.P., Yin, L.C., Ma, T., Zhang, Z.Y., Ma, X.L., Peng, L.M., et al.Large-area synthesis of high-quality and uniform monolayer WS2 on reusable Au foils. Nat. Commun. **2015**,6, 8569.

[25] Cong, C.X., Shang, J.Z., Wu, X., Cao, B.C., Peimyoo, N., Qiu, C., Sun, L.T., Yu, T. Synthesis and opticalproperties of large-area single-crystalline 2D semiconductor WS_2 monolayer from chemical vapor deposition.Adv. Opt. Mater. **2014**, 2, 131–136.

[26] Lan, F., Yang, R., Xu, Y., Qian, S., Zhang, S., Cheng, H., Zhang, Y. Synthesis of large-scale single-crystallinemonolayer WS_2 using a semi-sealed Method. Nanomaterials **2018**, 8, 100.

[27] Lee, Y.H., Yu, L.L., Wang, H., Fang, W.J., Ling, X., Shi, Y.M., Lin, C.T., Huang, J.K., Chang, M.T., Chang, C.S.,et al. Synthesis and transfer of single-layer transition metal disulfides on diverse surfaces. Nano Lett. **2013**,13, 1852–1857.

[28] Yue, Y., Chen, J., Zhang, Y., Ding, S., Zhao, F., Wang, Y., Zhang, D., Li, R., Dong, H., Hu, W., et al.Two-dimensional high-quality monolayered triangular WS2 flakes for field-effect transistors. ACS Appl.Mater. Interfaces **2018**, 10, 22435–22444.

[29] Zhou, J., Lin, J., Huang, X., Zhou, Y., Chen, Y., Xia, J., Wang, H., Xie, Y., Yu, H., Lei, J., et al. A library of atomically thin metal chalcogenides. Nature **2018**, 556, 355–361.

Муратов Д.А., Серикканов А.С., Алмасов Н.Ж., Аймаганбетов К.П., Немкаева Р.Р.

Особенности структуры роста тонких пленок WS_2 методом CVD

Резюме. В данной работе приведены результаты получения кристаллов WS_2 методом CVD сульфуризаций серы на поверхность предварительно напыленноготонкого слоя вольфрамма. Полученные образцы были исследованы на СЭМ, АСМ, Раман и рентгено флуоренсцентного анализа.

Целью работы заключалось в получении тонких пленок WS_2 при сравнительно низких температурах.

Ключевые слова. : WS_2, MoS_2, CVD, АСМ, ПДМ

ӘӨЖ 538.93

D.A. Muratov, A.A. Shaikenova, A.L. Mereke, A.G. Umirzakov, B.A. Rakymetov, R.E. Beysenov
(Satbayev University,
mail:mda210389@mail.ru.)

TRANSFER OF GRAPHENE LAYERS OBTAINED BY CHEMICAL VAPOR DEPOSITION ON A COPPER SUBSTRATE

Abstract: In this paper, we consider the method of transfer of graphene layers grown on the surface of a copper substrate using a chemical vapor phase. Similarities are presented, the advantages and disadvantages of this method are shown by comparison with previous methods.

Although there are many methods for transferring layers of graphene layers, the quality and cleaning of samples is very time consuming. Therefore, this method plays an important role in solving the above disadvantages.

Key words: CVD, Graphene, SLG, FLG, PS, PMMA, PDMS, PVA.

Д.А. Муратов, А.А. Шайкенова, А.Л. Мереке, А.Г. Умирзаков, Б.А. Ракыметов, Р.Е. Бейсенов
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail:mda210389@mail.ru.)

МЫС ТӨСЕНІШ БЕТІНДЕ ХИМИЯЛЫҚ БУФАЗА ӘДІСІ АРҚЫЛЫ ӨСІРІЛГЕН ГРАФЕН ҚАБАТТАРЫН КӨШІРУ

Аңдатпа: Бұл жұмыста химиялық бу фазасы арқылы мыс төсеніш бетінде өсірілген графен қабаттарын қажетті төсенішке ауыстыру әдісі қарастырылған. Аталған әдістің бұрынғы әдістермен ұқсастықтары, артықшылықтары мен кемшіліктері баяндалған.

Графен қабаттарын көшіру әдістері айтарлықтай сан-түрлі болғанымен олардың сапалары мен көп сатылы тазарту жолдары көп, сондықтан бұл әдіс арқылы аталған сындарды жою мақсатында маңызды роль атқарады.

Түйінді сөздер: CVD, Графен, SLG, FLG, PS, PMMA, PDMS, PVA.

Кіріспе.

Графен - бұл гексогональ орналасқан көміртегі атомдарының бір қабаты, 2004 жылы алғашқы рет алынғаннан кейін оның жаңа қасиеттері мен потенциалдық әлеуетін құрылғыларда (аспаптарда) қолдануға болатындығы ерекше назар аудартты [1-3]. Атап айтқанда, графеннің жоғары оптикалық мөлдірлік, физикалық иілгіш және электр өткізгіш қасиеттері арқасында иілгіш электроника үшін перспективалы болып табылады [4-6]. Жоғары электрлік және жылу өткізгіштігі, химиялық тұрақтылығы, механикалық беріктігі, сияқты көптеген қасиеттері графенді көптеген оптика және наноэлектроника, композиттік материалдар, газ сенсорлары, мөлдір электродтар және т.б салаларда қолдануға мүмкіндік береді [7]. Графеннің қасиеттері туралы айтатын болсақ - ол мінсіз нысан. Бұл көміртегі атомдарының алтыбұрышты торынан тұратын бір қабат болғандықтан, іс жүзінде тордың бұл түрінде алтыбұрыштан басқа жасушалар түрінде кемшіліктер болуы мүмкін [8]. Жеке графеннің жазықтықтарының өлшемдері бірнеше нанометрден бірнеше миллиметрге дейін өзгереді [9] және олардың шеттерінде үзілген байланыстары бар. Бұл байланыстар әртүрлі элементтермен (мысалы, сутегі атомдарымен) пассивацияланады. Барлық осы аспектілер графен сипаттарына әсер етеді, сонымен қатар, "көп қабатты" графен ұғымын береді [10, 11].

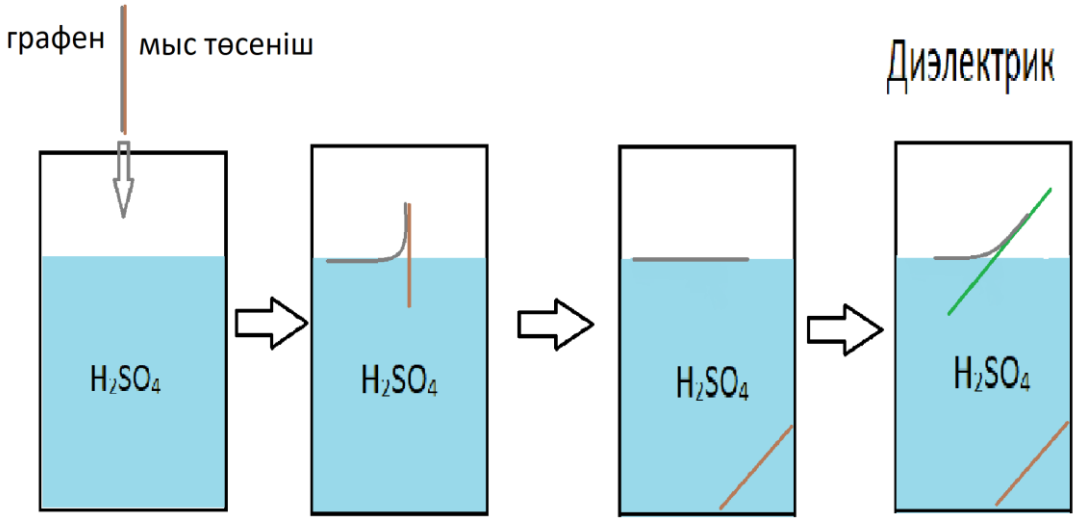
Химиялық бу фазада тұндыру әдісіндегі соңғы жетістіктер (CVD) Cu, Ni, Pd, Ru немесе Pt сияқты [12-14] сияқты металлдардың каталитикалық беттерінде бір қабатты графенді (SLG) немесе көп қабатты графенді (FLG) сәтті өндіруге мүмкіндік берді. Алайда осы графенді іс жүзінде иілгіш электроникада қолдану үшін графен қабаттарын полистирол (PS), поливинил спирті (PVA), полиметил метакрилат (PMMA) және полидиэтилсилоксан (PDMS) сияқты тиісті органикалық субстраттарға жабыстыру керек [15-18]. Қазіргі кезде бізге мыс (Cu) төсеніш бетіне өсірілген графенді PDMS химиялық өңдеу әдістерімен қоса SiO_2/Si бетіне тасымалдау әдістері белгілі. Сонымен қатар жылу қасиеттері, химиялық реакциялық қабілеті төмен, және ковалентті емес жақындығы қыртыстардың азайтылуына, гафеннің үлкен көлемін тазартуға мүмкіндік беретін көмекші қабат ретінде парафинді пайдаланып көшіру әдісі бар. Парафинмен көшірілген графеннің морфологиясы тегіс және электрлік қасиеті жоғары, қабаттардың біркелкі кедергісі ~1% сантиметр-маштабының аймағында болады [19].

Гидрографиялық баспаға арналған коммерциялық кеңсе ламинаторы мен суды пайдаланып PVA -ның коммерциялық қол жетімді дайын пленкаларын пайдалана отырып, үлкен көлемді графен қабаттарын тасымалдау әдісі бар. Бұл әдіс қарапайым, ыңғайлы және мыстың бетіне графенді қайтадан өсіріп тасмалдауды қайталауға мүмкіндік береді, ол соңғы пайдаланушылар графенді өңдеу немесе электрохимиялық ыдырату тасымалына қарағанда, жоғары біртектілігі мен жабыны бар және аз қалдық легирленуі бар мақсатты төсенішке тасымалдау үшін оңай орындай алады [20].

Аталған жұмыста жоғарыда көрсетілгендей химиялық бу фазасында мыс төсенішінде өсірілген графен қабаттарын қажетті төсенішке көшірудің химиялық ылғалды, ешқандай электролиз және органикаклық жабындар мен жабысқақ таспаларды қажет етпейтін әдіс туралы баяндалады. Себебі графен қабаттарнын мыс төсеніш бетінен көшірудің маңызы электроникада қолдану мен қатар графеннің жеке қасиеттерін зерттеуде үлесі зор. Көптеген графен қабаттарын көшіру әдістері туралы жұмыстарды жоғарыда аталып кеткендей органикалық полимерлерді пайдалудың салдарынан графен қабаттарының беті ластанады.

Эксперимент әдістемесі.

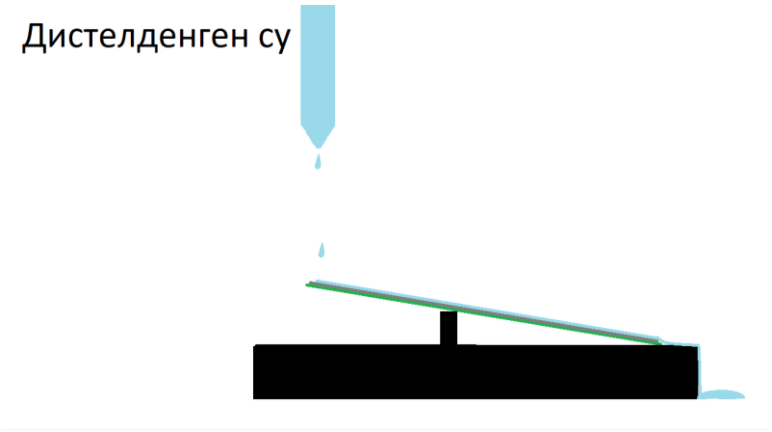
Бұл жұмыста химиялық бу фазасы әдісімен жұқа мыс төсенішінің бетінде өсірілген графен қабаттарын қажетті төсеніш бетіне көшірудің әдісі көрсетіледі. Гарафен қабаттары алдын –ала өсірілген мыс төсенішін қажетті көлемде қиып алынады. Ыдысқа күкірт қышқылын H_2SO_4 құйып дайындап, графен қабаттары бар мыс төсенішін тігінен немесе графен қабаттары бар бетін жоғары жағына қаратып сәл көлбеу түрде саламыз. Төсеніш бетінен графен қабаттарының ажырау жылдамдығын бақылап отырып баяу саламыз. Кейін графен қабаттарынан ажыраған мыс төсеніш күкірт қышқылының түбінде жетеді. Еріткіштің бетінде қалған графен қабаттарын қажетті төсенішке отырғызу үшін бетінен ұқыпты түрде сүзіп аламыз (1-сурет).



1-сурет. Мыс төсенішіндегі графен қабаттарын H_2SO_4 еріткішінде ажырату сызбасы

Графен қабаттарының мыс төсеніш бетінде әркелкі өсуіне байланысты еріркіштің бетінде бірнеше ұсақты-ірілі қабаттарға бөлініп кетеді.

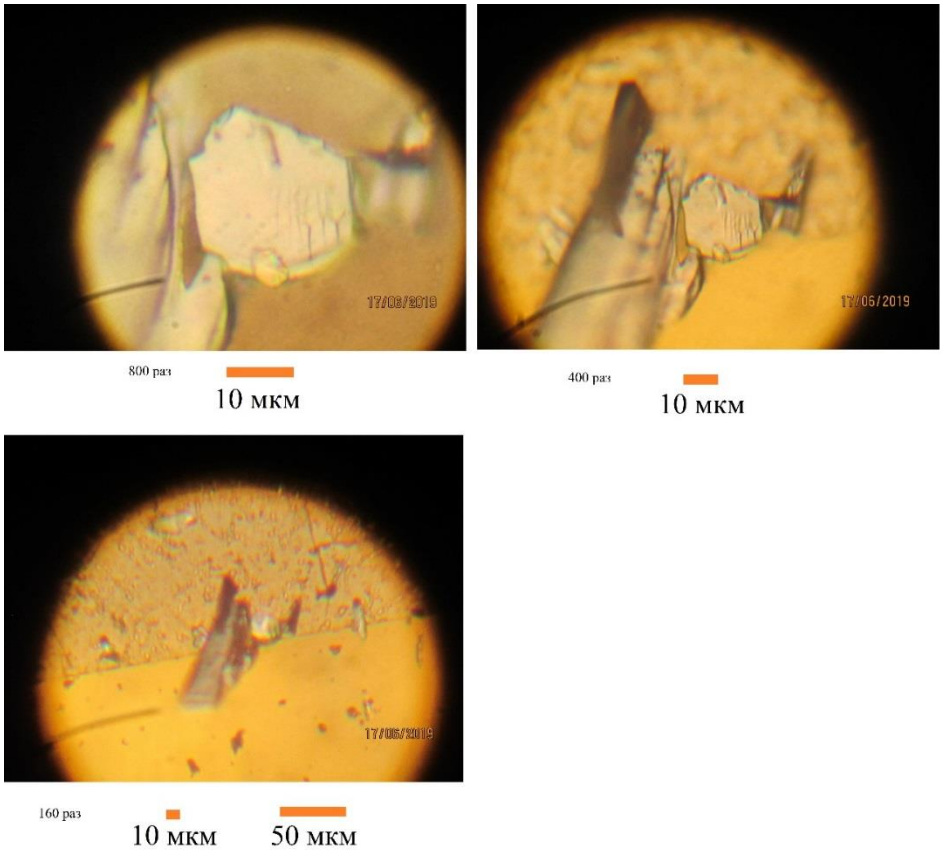
Алынған графен қабаттарын қажетті төсеніш бетінде қажетсіз қышқыл қалдықтарынан тазарту керек. Ол үшін дайын болған төсенішті сәл көлбеу орналастырып дистилденген су тамшыларын төсенішке жақын жерден тамшылатып жуылады (2- сурет). Төсеніштің қышқыл қалдығынан тазаруын жуу барысында индикаторлардың көмегімен ph көрсеткіші тексеріліп отырды.



2-сурет. Көшірілген графен қабаттарын қышқылдан жуу әдісі

Нәтижелері.

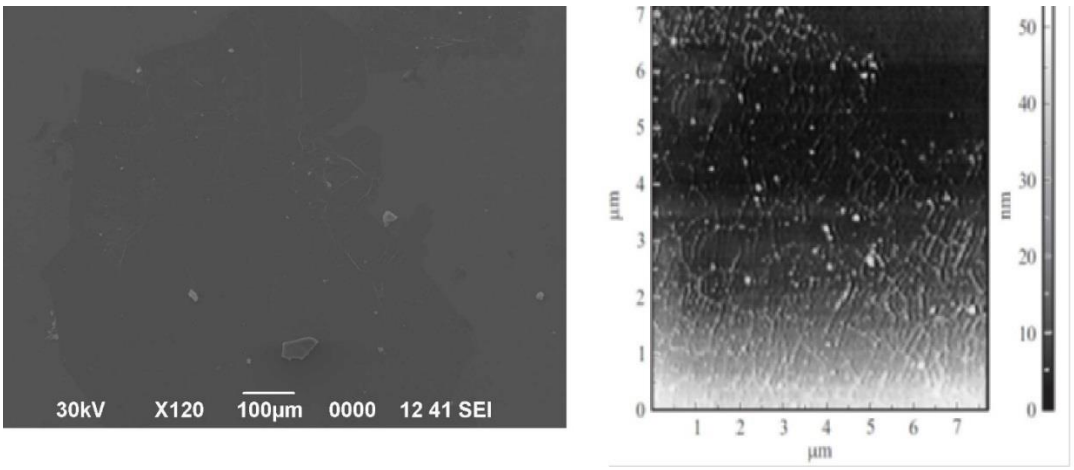
Көшіріліп тазартылған графен қабаттарын алдымен оптикалық микроскопта тексерілді (3-сурет). Суретте көшірілген графен қабаттары анық көрініп тұр. Оптикалық микроскоп арқылы 160 тан 800 есе ұлғайтылған кескіндері көрсетілген, суретте графен қабаттары айтарлықтай үлкен екені көрінеді. Шыны төсенішінің бетінде өсірілген қабаттардың бірнеше қабаттасқан қалың және жұқа қабаттары көрінеді.



3-сурет. Графен қабаттарының оптикалық кескіні

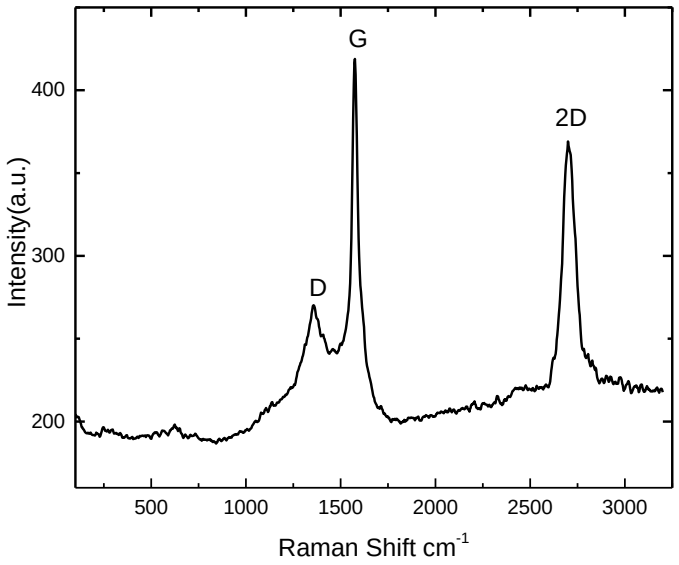
Сканерлеуші электрондық микроскоптың (JEOL, JSM-6490LA) көмегімен көшірілген графен қабаттарының бет бедері зерттелінді. Көшірілген графен аймағының ұзындығы шамамен 1-2 мм, ал ені 700 мкм, немесе 2 мм^2 болатындығы анықталды. 4-суретте графен қабатының кескіні қаралау аймақпен көрсетілген, сонымен қатар ПММА, ПМДА қабаттарымен көшірілген графен қабаттарының атомдық күштік микроскоп АКМ кескінімен салыстырылған.

Суреттерден оптикалық, АКМ және сканерлеуші микроскоп кескіндерінен графен қабаттарының ПММА, ПМДА немесе жабысқыш лента қабаттарына қондырып көшіруге қарағанда айтарлықтай таза екендігі көрініп тұр. АКМ кескінінде көшірілген қабат бетінде ПММА, ПМДА талшықтарын көрініп тұр.



4-сурет. Көшірілген графен қабаттарының СЭМ және ПММА, ПМДА қабаттары арқылы көшірілген графен қабаттарының АКМ кескіні

Алынған қабаттарды Раман спектроскопиясына талданды. Алынған Рамандық талдау мәліметтеріне графен қабаттарына сәйкес 1345 cm^{-1} (D пик), 1576 cm^{-1} (G пик), және 2681 cm^{-1} (2D пик) пайда болғандығы көрсетілген.



5-сурет. Көшірілген графен қабаттарының раман спектрлері

Қорытынды.

Мыс төсенішін катализатор ретінде пайдаланып химиялық бу фаза әдісінде алынған графен қабаттарын басқа төсенішке көшіру күкірт қышқылында бөліп алу әдісімен көшірілді. Алынған қабаттарды төсеніш бетте күкірт қышқылынан сумен жуу арқылы тазартылды.

Микроскопиялық әдістермен көшірілген графен қабаттарының бет морфологиясы мен тазалығы тексерілді. Электрондық және оптикалық микроскоптың көмегімен қабаттардың төсеніш беттердің тегістігі мен басқа ластағыш материалдардың жоқтығын көрсетті.

Раман спектрлері көшірілген төсеніш бетіндегі қабаттардың графен қабаттарына сәйкес пиктердің барын көрсетті.

Графен қабаттарын аталған әдіс арқылы көшіру жеңіл әрі органикалық немесе басқа да қалдықтардан таза екендігі анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] A. K. Geim. & K. S. Novoselov: *Nat. Mater.* 6 (2007) 183.

[2] C. Lee, X. D. Wei, J. W. Kysar, and J. Hone: *Science* 321 (2008) 385.

[3] A. A. Balandin, S. Ghosh, W. Z. Bao, I. Calizo, D. Teweldebrhan, F. Miao, and C. N. Lau: *Nano Lett.* 8, (2008) V.902.

[4] X. Wang, L. J. Zhi, and K. Mullen: *Nano Lett.* 8 (2008) V.323.

[5] Y. M. Lin, K. A. Jenkins, A. Valdes-Garcia, J. P. Small, D. B. Farmer, and P. Avouris: *Nano Lett.* 9 (2009) V.422.

[6] K. S. Kim, Y. Zhao, H. Jang, S. Y. Lee, J. M. Kim, K. S. Kim, J. H. Ahn, P. Kim, J. Y. Choi, and B. H. Hong: *Nature* 457 (2009) V.706.

[7] X. Li, W. Cai, J. An, S. Kim, J. Nah, D. Yang, R. Piner, A. Velamakanni, I. Jung, E. Tutuc, S. K. Banerjee, L. Colombo and R. S. Ruoff: *Science* 324 (2009) V.1312.

[8] P. W. Sutter, J.-I. Flege and E. A. Sutter: *Nat. Mater.* 7 (2008) 406.

[9] C. Mattevi, H. Kim, and M. Chhowalla: *J. Mater. Chem.* 21 (2011) V.3324.

[10] T. Gao, S. Xie, Y. Gao, M. Liu, Y. Chen, Y. Zhang, and Z. Liu: *ACS Nano* 5 (2011) V.9194.

[11] H. Hu, X. Wang, J. Wang, L. Wan, F. Liu, H. Zheng, R. Chen , C. Xu: *Chem. Phys. Lett.* 484 (2010) V.247.

[12] J. H. Wu, Q. W. Tang, H. Sun, J. M. Lin, H. Y. Ao, M. L. Huang, Y. F. Huang: *Langmuir* 24 (2008) V.4800.

[13] J. Wu, M. Agrawal, H. A. Becerril, Z. Bao, Z. Liu, Y. Chen, P. Peumans: *ACS Nano* 4 (2009) V.43.

[14] W. Cai, Y. Zhu, X. Li, R. D. Piner, and D. S. Ruoff: *Appl. Phys. Lett.* 95 (2009) P.123115.

[15] K.S Novoselov, V.I. Fal'ko, L. Colombo, P.R. Gellert, M.G. Schwab, K. Kim, Nature 490 (2012) P.192–200.

[16] A. Hashimoto, K. Suenaga, A. Gloter, K. Urita, S. Iijima, Nature 430 (2004) P.870–873.

[17] A.K.Geim, K.S.Novoselov, Nat. Mater. 6 (2007) P.183–191.

[18] C. N. R. Rao, A. K. Sood, Rakesh Voggu, K. S. Subrahmanyam, J. Phys. Chem. Lett. 1 (2010) P.572–580.

[19] Wei Sun Leong 1, Haozhe Wang 1, Jingjie Yeo2,3,4, Francisco J. Martin-Martinez3, Ahmad Zubair 1,Pin-Chun Shen1, Yunwei Mao5, Tomas Palacios1, Markus J. Buehler3, Jin-Yong Hong1,6 & Jing Kong1 Paraffin-enabled graphene transfer (2019) 10:867 | https://doi.org/10.1038/s41467-019-08813-x | www.nature.com/naturecommunications

[20] Abhay Shivayogimath, Patrick Rebsdorf Whelan,†David M.A. Mackenzie, Birong Luo, Deping Huang,‖ Da Luo,⊥ Meihui Wang,# Lene Gammelgaard, Haofei Shi,‖ Rodney S. Ruoff, Peter Bøggild, and Timothy J. Booth Do-It-Yourself Transfer of Large-Area Graphene Using an Office Laminator and Water-Chem. Mater. 2019, V.31, P.2328−2336

Муратов Д.А., Шайкенова А.А., Мереке А.Л., Умирзаков А.Г., Ракыметов Б.А., Бейсенов Р.Е.

Перенос графеновых слоев ,полученных методом химического парофазного осаждения на медной подложке

Резюме: В данной работе рассмотрено метод переноса слоев графена, выращенных на поверхность медной подложки с помощью химической паровой фазы. Представлен сходства, преимущества и недостатки этого метода показаны по сравнений с предыдущими методами.

Хотя существует много методов переноса слоев графеновых слоев, но качества и очистка образцов очень трудоемкая. Поэтому данный метод играет важную роль в решений вышеуказанных недостатков.

Ключевые слова: CVD, графен, SLG, FLG, PS, PMMA, PDMS, PVA.

УДК 621.335

B. Sarsembayeva, E. Beissenova
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
Institute of Industrial Engineering named after A. Burkitbayev, Division of Engineering Physics, Almaty, Kazakhstan, e-mail:bibigul_s_77@mail.ru)

ELECTRODE MATERIALS FOR HIGH-CAPACITY LITHIUM - ION BATTERIES: REVIEW OF MODERN CONDITION

Abstract. Lithium-ion battery (Li-ion) is a type of electric battery that is widely used in modern consumer electronics and finds its application as an energy source in electric vehicles and energy storage devices in energy systems. Each group of electrode materials has its advantages and disadvantages; therefore, the correct choice of electrode material is an important issue in the applicability of a lithium-ion battery. This review discusses the principles of energy storage in lithium-ion batteries, anode and cathode materials and the corresponding mechanisms, problems associated with the improvement of lithium-ion batteries.

Key words: energy storage, lithium-ion battery, silicon anode, porous silicon, graphene.

Б. Сарсембаева, Е. Бейсенова
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. e-mail:bibigul_s_77@mail.ru)

ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКОЁМКИХ ЛИТИЙ – ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ: ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Аннотация. Литий-ионный аккумулятор (Li-ion) - тип электрического аккумулятора, который широко распространён в современной бытовой электронной технике и находит своё применение в качестве источника энергии в электромобилях и накопителях энергии в энергетических системах.

Каждая группа электродных материалов имеет свои преимущества и недостатки; поэтому правильный выбор материала электрода является важной проблемой в применимости литий-ионной батареи. В этом обзоре рассматриваются принципы накопления энергии в литий - ионных батареях, материалах анодов и катодов и соответствующие механизмы, проблемы, связанные с усовершенствованием литий-ионных батарей.

Ключевые слова: Хранение энергии, литий - ионный аккумулятор, кремниевый анод, пористый кремний, графен.

Аккумуляторы - это устройства, в которых электрическая энергия может храниться и использоваться для питания переносных электрических, оптических и электронных устройств. Благодаря высокой плотности энергии и продолжительного времени жизни литий-ионные аккумуляторы приобретают большой интерес в хранении электрической энергии [2].

Литий-ионный аккумулятор состоит из электродов (катодного материала на алюминиевой фольге и анодного материала на медной фольге), разделённых пористым сепаратором, пропитанным электролитом. Пакет электродов помещён в герметичный корпус, катоды и аноды подсоединены к клеммам-токосъёмникам. Корпус иногда оснащают предохранительным клапаном, сбрасывающим внутреннее давление при аварийных ситуациях или нарушениях условий эксплуатации. Литий-ионные аккумуляторы различаются по типу используемого катодного материала. Переносчиком заряда в литий-ионном аккумуляторе является положительно заряженный ион лития, который имеет способность внедряться (интеркалироваться) в кристаллическую решётку других материалов (например, в графит, окислы и соли металлов) с образованием химической связи, например: в графит с образованием LiC_6, окислы ($LiMnO_2$) и соли ($LiMn_RO_N$) металлов.

Первоначально в качестве отрицательных пластин применялся металлический литий, затем - каменноугольный кокс. В дальнейшем стал применяться графит. Применение оксидов кобальта позволяет аккумуляторам работать при значительно более низких температурах, повышает количество циклов разряда/заряда одного аккумулятора. Распространение литий-железо-фосфатных аккумуляторов обусловлено их относительно низкой стоимостью. Литий-ионные аккумуляторы применяются в комплекте с системой контроля и управления - СКУ или BMS (battery management system), - и специальным устройством заряда/разряда.

Таблица 1. **Компоненты, функции и основные материалы литий-ионных аккумуляторов**

Компоненты	Функции	Материалы
Катод	- Излучать литий-ионный анод во время зарядки - Получать литий-ионный при разряде	порошок металлического оксида лития
Анод	- Получать литий-ион от анода во время зарядки - Излучать литий-ион во время разряда	Графитовый порошок
Электролит	Проходят ионы лития между катодом и анодом	Литиевые соли и органические растворители
Сепаратор	-Предотвратить короткое замыкание между катодом и анодом - Пропустить ионы лития через поры в сепараторе	Микропористые мембраны

В настоящее время в массовом производстве литий-ионных аккумуляторов используются три класса катодных материалов:

- кобальтат лития LiCoO2 и твёрдые растворы на основе изоструктурного ему никелата лития
- литий-марганцевая шпинель LiMn2O4

- литий-феррофосфат LiFePO4.

Электрохимические схемы литий-ионных аккумуляторов:

- литий-кобальтовые $LiCoO_2 + 6C \rightarrow Li1\text{-}xCoO_2 + LiC_6$

- литий-ферро-фосфатные $LiFePO_4 + 6C \rightarrow Li1\text{-}xFePO_4 + LiC_6$

Благодаря низкому саморазряду и большому количеству циклов заряда/разряда, Li-ion-аккумуляторы наиболее предпочтительны для применения в альтернативной энергетике. При этом, помимо системы СКУ они укомплектовываются инверторами (преобразователи напряжения).

1. Катодные материалы

Катод является одним из важных компонентов ЛИА. Материал катода должен иметь стабильную кристаллическую структуру в широких диапазонах состава, поскольку во время цикла зарядки реакция окисления приводит к значительным изменениям состава и, следовательно, к неблагоприятным изменениям фазы [5]. Поиск подходящего материала с необходимой структурной стабильностью является большой проблемой. Во время цикла разряда ионы лития транспортируются обратно в катодный материал, а восстановление ионов переходного металла в катоде осуществляется электронами с анода. Максимальный ток разряда зависит от скорости этих двух процессов, а также от доступа ионов лития в электролите к поверхности электрода. Эффективность катода напрямую зависит от микроструктуры и морфологии электрода, а также от присущих электрохимическим свойствам материала катода из-за того, что ионный обмен лития с электролитом происходит только на границе раздела электрод-электролит [1,5]. Катодные материалы могут накапливать энергию посредством двух различных механизмов: интеркалирования и реакции конверсии [5]. Конверсионные электроды подвергаются твердофазной окислительно-восстановительной реакции во время литирования/делитирования, при которой происходит изменение кристаллической структуры, сопровождаемое путем разрыва и рекомбинации химических связей, в то время как материалы катода интеркалирования действуют как ведущий для ионов Li, так что ионы могут вставляться или извлекаться из материала обратимо. Галогениды металлов, такие как FeF_2, CoFe, NiF_2, являются примерами катодных материалов на основе конверсии. Из-за большого объемного расширения, плохой электронной проводимости и гистерезиса разработка катодных материалов на основе конверсии столкнулась с множеством проблем [5]. Катодные материалы на основе интеркалирования в основном делятся на три категории: халькогениды, оксиды переходных металлов и полианионные соединения. Большая часть исследований материалов с интеркалированным катодом сфокусирована на оксидах переходных металлов из-за их более высокого рабочего напряжения и, как следствие, более высокой способности аккумулировать энергию [5]. $LiCoO_2$ является наиболее часто используемым катодным материалом в литий-ионных батареях. Катодная реакция представлена уравнением 1:

$$LiCoO_2=1/2Li++1/2e-+Li_{0.5}CoO_2 \quad (1)$$

Максимальный потенциал, возникающий в результате удаления лития из $LiCoO_2$, составляет примерно 4,2 В (по сравнению с Li / Li +), что означает, что в работе используется не более 140 мАч $г^{-1}$ емкости катода, что составляет примерно половину его теоретической емкости. фазовый переход между $LiCoO_2$ и $Li_{0,5}CoO_{2,42}$. Основным преимуществом этих литий-ионных батарей по сравнению с литий-металлическими батареями является использование катодного материала в качестве источника лития, что привело к исключительным характеристикам безопасности и гарантированному увеличению срока годности [6, 7].

2. Анодные материалы

Анод в ЛИА может быть изготовлен из трех выделенных групп материалов с различными механизмами накопления энергии: материалы на основе интеркаляции, реакции конверсии и реакции легирования.

Таблица 2. **Обобщение наиболее распространенных анодных материалов, используемых для ионно-литиевых батарей**

Анодный материал	Теоретическая емкость (mAч g^{-1})	Механизм накопления энергии	[литература]
Графит	372	Интеркаляция	[13,15–17]
Наноструктурированные углеродистые материалы (например углеродные нанотрубки, графен, углеродные нановолокна, пористые угли)	до 1750	Интеркаляция	[15, 18–21]
Оксиды металлов (Cu_2O, Fe_3O_4, Co_3O_4, MoO_3, и.т.д)	375-1170	Реакция конверсии	[13,16,21,22]
Нитриты металлов (M_xNy, M: Fe, CO, Ni, Cu, Cr,V, Ti, и.т.д)	400- 1300	Реакция конверсии	[13,16,21,23]
Сульфиды металлов (MxSy) (Ni_3S_2, FeS_2, MoS_2, SnS, SnS_2, и.т.д.)	447-1230	Реакция конверсии	[21,24,25]
Фосфаты металлов $LixMyP_4$ (M: V, Ti, Cu, Fe, Mn)(CoP_3, NiP_3, MnP_4, и.т.д)	700-1800	Реакция конверсии	[16,26]
кремний	4200	Легирование/делегирование	[13,21]
германий	1384		
олово	960		
фосфор	2596		
сурьма	660		
индий	1012		

3. Современные анодные материалы

В течение последних десятилетий исследователи достигли огромных успехов в улучшении емкости батареи и плотности энергии, постоянно оптимизируя конструкцию батареи и используя новые электродные материалы. Последние достижения в катодах заметно повысили способность аккумулировать энергию, так как различные типы катодных материалов, например, Шпинель, сложенная или сложенная структура оксиды лития-металла, литий-железо-фосфатные и полианион-литиевые катоды интенсивно исследовались, и многие из них в настоящее время используются в батареях для различных применений [27–28]. Существует много проницательных обзорных работ по катодным материалам, связанных как с фундаментальной физикой, так и с современными технологиями [28–29]. С другой стороны, для анодной части графит широко используется с надежными характеристиками; однако низкая удельная емкость (372 мАч/г) графита побудила исследователей искать альтернативные анодные материалы с высокой емкостью. Например, теоретически графен - один слой графита - может удвоить емкость графита, интеркалируя литиевые ионы с обеих сторон графенового слоя с образованием LiC_3; олово (Sn) и германий (Ge) с теоретической емкостью 994 мАч/г (для Sn) и 1600 мАч/г (для Ge) являются потенциальными анодными материалами для литий-ионных батарей следующего поколения. И Sn, и Ge экспериментально достигли высокой емкости и продолжительного срока службы [30-31].

Среди многих анодных кандидатов кремний (Si) привлекает наибольшее внимание, поскольку обладает самой высокой емкостью при 4200 мАч/г, благодаря образованию сплава $Li_{22}Si_5$ и очень низкому потенциалу разряда около 0,2 В относительно металлического лития. Однако кремний долгое время оставался без внимания после первого открытия $Li_{22}Si_5$ в 1966 году [32], главным образом из-за быстрого снижения емкости даже в течение ограниченных циклов. Плохая циклируемость кремния объясняется большим изменением объема, когда ионы лития внедряются в кремниевую рамку. При полном литировании кремния объем увеличивается примерно на 400%, что может вызвать сильное измельчение Si, потерю электрического контакта и, в конечном итоге, снижение емкости [33]. Недавно результаты с использованием кремниевой тонкой пленки [34] и кремниевых нанонитей [35, 36] показали, что для кремниевого анода может быть достигнуто существенное улучшение рабочих характеристик за счет использования кремниевых наноструктур, способных вместить большое

объемное расширение. Многие новые кремниевые наноструктуры были спроектированы и изготовлены для улучшения циклических характеристик, и трехмерная пористая структура представляет большой интерес. Пористая структура может обеспечить большое пространство для размещения объемного расширения и, следовательно, помочь сохранить целостность структуры, когда литий интеркалирует в кремний. Кроме того, пористая структура может обеспечить большую площадь поверхности, доступную для электролита, и короткую диффузионную длину для переноса ионов лития из электролита в кремний, тем самым облегчая процесс зарядки / разрядки при высоких скоростях тока.

В работе [37] рассматривается решение недостатков использования кремниевого анода, при использовании недорогого и простого метода изготовления. 3-D пористые кремниевый/никелевые аноды будут получены при использовании технологии изготовления пористого материала при добавлении порообразующего наполнителя и метода электронно-лучевого напыления. При использовании данной методики будет получен высокопористый слой кремния (более 50% пористости), который поможет преодолеть проблему расширения (набухания) кремния во время процесса зарядки и, в свою очередь, повысит стабильность при цикле заряда/разряда аккумулятора. Графен или углеродное покрытие на кремниевом электроде также могут быть использованы для усиления процесса накопления заряда, который будет исследован в ходе этой работы.

Разработка эффективного и стабильного анода на пористом кремнии покрытого графеном будет способствовать созданию нового поколения литий-ионных батарей, с емкостью, превышающей современные аналоги на графитовом аноде в 40-50 раз при одинаковых размерах.

Заключение

Развитие технологии литий-ионных батарей является важнейшим условием современной зеленой жизни с использованием высококачественных электромобилей и современных электронных устройств. Поэтому значительное количество ресурсов было направлено на разработку новых литий-ионных батарей с высокой емкостью, длительным сроком службы, высокой безопасностью и более низкими затратами. Основными компонентами, которые необходимо улучшить, являются анод, катод и электролит. Материалы катода или анода классифицируются в соответствии с их механизмом накопления энергии. Катодные материалы могут накапливать энергию с помощью механизма реакции интеркалирования или превращения, тогда как анодные материалы накапливают энергию с помощью механизмов реакции интеркаляции, конверсии и легирования / разложения. У каждой группы электроматериалов есть свои недостатки, такие как очень большие изменения объема в анодных материалах на основе конверсии или легирования/делегирования. Недавние результаты показали, что электрохимические характеристики литий-ионных батарей могут быть улучшены путем конструирования микроструктуры материала анода для получения большой площади поверхности или изготовления композитных электродов на основе двух различных типов материала накопления энергии, таких как углеродистые материалы и оксид металла материалы, кремний и т. д. В заключение, даже принимая во внимание огромные ресурсы, потраченные на повышение эффективности литий-ионных батарей в последние десятилетия, эти батареи все еще сталкиваются с многочисленными проблемами, которые необходимо преодолеть.

ЛИТЕРАТУРА

[1] S. Meghead and B. Scrosati, “Lithiumion Rechargeable Batteries,” J. PoWer Sources, 51, 79-104 (1994);

[2] G.-A. NaZri and G. Pistoia, Lithium Batteries, Science and Technology, KluWer Academic Pub. (2004)].

[3] R. Kanno, et al,“Carbon as Negative Electrodes in Lithium Secondary Cells,” J. PoWer Sources, 26 [3-4] 535-543 (1989); and M. Mohri, et al, “Rechargeable Lithium Battery Based on Pyrolytic Car bons as a Negative Electrode,” J. PoWer Sources, 26 [34] 545-551 (1989)].

[4] J. O. Besenhard, et al, “Will Advanced Lithium-alloy Anodes Have a Chance in Lithium ion Batteries,” J. PoWer Sources, 68 [1] 87-90 (1997)].

[5] Nitta N, Wu F, Lee JT, Yushin G, Li-ion battery materials: Present and future, Materials Today, 2015; 18, 252–264.

[6] Kim T-H, Park J-S, Chang SK, Choi S, Ryu JH, et al., The Current Move of Lithium Ion Batteries Towards the Next Phase, Advanced Energy Materials, 2012; 2, 860–872.

[7] Fergus JW, Recent developments in cathode materials for lithium ion batteries, Journal of Power Sources, 2010; 195, 939–954.

[8] Goodenough JB, Park K, The Li-Ion Rechargeable Battery : A Perspective, 2013;

[9] Shaju KM, Subba Rao G V, Chowdari BVR, Performance of layered Li(Ni1/3Co1/3Mn1/3)O2 as cathode for Li-ion batteries, Electrochimica Acta, 2002; 48, 145–151.

[10] Park OK, Cho Y, Lee S, Yoo H-C, Song H-K, et al., Who will drive electric vehicles, olivine or spinel?, Energy & Environmental Science, 2011; 4, 1621.

[11] Yamada A, Chung SC, Hinokuma K, Optimized LiFePO[sub 4] for Lithium Battery Cathodes, Journal of The Electrochemical Society, 2001; 148, A224.

[12] Huang Z-D, Oh S-W, He Y-B, Zhang B, Yang Y, et al., Porous C–LiFePO4–C composite microspheres with a hierarchical conductive architecture as a high performance cathode for lithium ion batteries, Journal of Materials Chemistry, 2012; 22, 19643

[13] Goriparti S, Miele E, De Angelis F, Di Fabrizio E, Proietti Zaccaria R, et al., Review on recent progress of nanostructured anode materials for Li-ion batteries, Journal of Power Sources, 2014; 257, 421–443.

[14] Xu Z-L, Zhang B, Abouali S, Akbari Garakani M, Huang J, et al., Nanocavity-engineered Si/multi-functional carbon nanofiber composite anodes with exceptional high-rate capacities, Journal of Materials Chemistry A, 2014; 2, 17944–17951.

[15] Chen C, Agrawal R, Hao Y, Wang C, Activated Carbon Nanofibers as High Capacity Anodes for Lithium-Ion Batteries, ESC Solid State Science and Technology, 2013; 2, 3074–3077.

[16] Ji L, Lin Z, Alcoutlabi M, Zhang X, Recent developments in nanostructured anode materials for rechargeable lithium-ion batteries, Energy & Environmental Science, 2011; 4, 2682.

[17] Sehrawat P, Julien C, Islam SS, Carbon nanotubes in Li-ion batteries: A review, Materials Science and Engineering B: Solid State Materials for Advanced Technology, 2016; 213, 12–40.

[18] Landi BJ, Ganter MJ, Cress CD, DiLeo RA, Raffaelle RP, Carbon nanotubes for lithium ion batteries, Energy & Environmental Science, 2009; 2, 638.

[19] Adams RA, Syu J-M, Zhao Y, Lo C-T, Varma A, et al., BinderFree N- and O-Rich Carbon Nanofiber Anodes for Long Cycle Life K-Ion Batteries, ACS Applied Materials & Interfaces, 2017; 9, 17872–17881.

[20] Xiong Z, Yun Y, Jin H-J, Applications of Carbon Nanotubes for Lithium Ion Battery Anodes, Materials, 2013; 6, 1138–1158.

[21] Nitta N, Yushin G, High-Capacity Anode Materials for Lithium-Ion Batteries : Choice of Elements and Structures for Active Particles, Particle & Particle Systems Characterization,2014; 31, 317–336.

[22] Cao K, Jin T, Yang L, Jiao L, Recent progress in conversion reaction metal oxide anodes for Li-ion batteries, Materials Chemistry Frontiers, 2017; 1, 2213–2242.

[23] Balogun M-S, Huang Y, Qiu W, Yang H, Ji H, et al., Updates on the development of nanostructured transition metal nitrides for electrochemical energy storage and water splitting, Materials Today, 2017; 20, 425–451.

[24] Wang J, Metal Sulfides for High Performance Lithium Ion and Sodium Ion Battery Anodes, 2015;

[25] Lai C-H, Lu M-Y, Chen L-J, Metal sulfide nanostructures: synthesis, properties and applications in energy conversion and storage, J. Mater. Chem., 2012; 22, 19–30.

[26] Boyanov S, Annou K, Villevieille C, Pelosi M, Zitoun D, et al., Nanostructured transition metal phosphide as negative electrode for lithium-ion batteries, Ionics, 2008; 14, 183–190.

[27] Gummow R J, Dekock A and Thackeray M M 1994 Improved capacity retention in rechargeable 4V lithium lithium manganese oxide (spinel) cells Solid State Ion. 69 59–67

[28] Koksbang R, Barker J, Shi H and Saidi M Y 1996 Cathode materials for lithium rocking chair batteries Solid State Ion. 84 1–21

[29] Ellis B L, Lee K T and Nazar L F 2010 Positive electrode materials for Li-ion and Li-batteries Chem. Mater. 22 691–714

[30] Wang G X, Wang B, Wang X L, Park J, Dou S X, Ahn H and Kim K 2009 Sn/graphene nanocomposite with 3D architecture for enhanced reversible lithium storage in lithium ion batteries J. Mater. Chem. 19 8378–84

[31] Park M H, Cho Y, Kim K, Kim J, Liu M L and Cho J 2011 Germanium nanotubes prepared by using the Kirkendall effect as anodes for high-rate lithium batteries Angew. Chem. Int. Edn 50 9647–50

[32] Axel H, Schafer H and Weiss A 1966 Zur Kenntnis der Phase Li22Si5 Z. Naturf. b 21 115–7

[33] Kasavajjula U, Wang C S and Appleby A J 2007 Nano- and bulk-silicon-based insertion anodes for lithium-ion secondary cells J. Power Sources 163 1003–39

[34] Ohara S, Suzuki J, Sekine K and Takamura T 2003 Li insertion/extraction reaction at a Si film evaporated on a Ni foil J. Power Sources 119 591–6

[35] Peng K Q, Jie J S, Zhang W J and Lee S T 2008 Silicon nanowires for rechargeable lithium-ion battery anodes Appl. Phys. Lett. 93 033105

[36] Chan C K, Peng H L, Liu G, McIlwrath K, Zhang X F, Huggins R A and Cui Y 2008 High-performance lithium battery anodes using silicon nanowires Nature Nanotechnol. 3 31–5

[37] R. Kanno, et al,“Carbon as Negative Electrodes in Lithium Secondary Cells,” J. PoWer Sources, 26 [3-4] 535-543 (1989); and M. Mohri, et al, “Rechargeable Lithium Battery Based on Pyrolytic Car bons as a Negative Electrode,” J. PoWer Sources, 26 [34] 545-551 (1989)].

Сарсембаева Б., Бейсенова Е.

Жоғары сыйымдылықты литий-ионды батареяларға арналған электродты материалдар: заманауи жағдайға шолу

Түйіндеме. Литий-ионды аккумулятор (Li-ион) - бұл қазіргі заманғы тұтыну электроникасында кеңінен қолданылатын және оны электромобильдердегі энергия көзі және энергия жүйелеріндегі энергия сақтау құрылғылары ретінде табатын электрлік батареяның бір түрі.

Электродтық материалдардың әрбір тобы өзінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне ие, сондықтан литий-ионды аккумулятордың қолданылуында маңызды мәселе электрод материалын дұрыс таңдау болып табылады. Бұл шолуда литий-иондық аккумуляторлық батареяларды, анодты және катодты материалдарды және тиісті механизмдерді, литий-ионды аккумуляторларды жақсартуға байланысты проблемаларды сақтау принциптері қарастырылады.

Түйін сөздер: энергия сақтау, литий-ионды батарея, кремний аноды, кеуекті кремний, графен.

УДК 00.004.9

G.T. Yerkebulan, V.P. Kulikova.
(Manash Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk,Kazakhstan
E-mail: erkgulnur@mail.ru)

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DETECTION SYSTEMS OF CROSS-LANGUAGE (TRANSLATIONAL) PLAGIARISM.

Abstract. The article deals with the problem of detection of cross-language or translated plagiarism in texts, describes the basic algorithms of finding cross-language borrowings. The analysis of plagiarism search systems in translated texts, their features and the main stages of the plagiarism detection process is also carried out. The article describes the algorithmic difficulties of the detection of translational plagiarism while using the automatic machine translation of texts from English into Russian. The specificity of the translated texts is analyzed, it consists in the discrepancy between the original text and the translated text due to the need of using different translation correspondences and equivalents, these results in rising complication of the process of identifying cross-language plagiarism in the translated texts. The methods used by the system "Antiplagiat" in the analysis of translated Russian texts for the purpose of detection of translated borrowings in them are considered. The results of monitoring and expert analysis of scientific articles included in the Russian index of scientific citation of publications and containing translated plagiarism are presented. A comparative analysis of the most popular programs of checking texts for plagiarism in terms of their functionality for recognition of translated plagiarism is carried out. The scheme of the algorithm actions of plagiarism detection systems of translation plagiarism is described.

Keywords: plagiarism, cross-language plagiarism, translated borrowings, plagiarism detection systems, anti-plagiarism programs.

Г.Т. Еркебулан, В.П. Куликова
(Северо-Казахстанский государственный университет им. М Козыбаева
Петропавловск, Республика Казахстан, E-mail: erkgulnur@mail.ru)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ КРОСС-ЯЗЫКОВОГО (ПЕРЕВОДНОГО) ПЛАГИАТА

Аннотация. В статье рассматривается проблема обнаружения кросс-языкового или переводного плагиата в текстах, описываются основные алгоритмы поиска кросс-языковых заимствований. Также проводится анализ систем поиска плагиата в переводных текстах, их особенности и основные этапы процесса обнаружения плагиата. Описываются алгоритмические сложности обнаружения переводного плагиата в ходе использования автоматизированного машинного перевода текстов с английского языка на русский. Анализируется специфика переводных текстов, которая состоит в несоответствии текста оригинала и текста перевода ввиду необходимости применения различных переводческих соответствий и эквивалентов, что в результате затрудняет процесс выявления кросс-языкового плагиата в переводных текстах. Рассматриваются методы, используемые системой «Антиплагиат» при анализе переводных русскоязычных текстов с целью обнаружения в них переводных заимствований. Представлены результаты мониторинга и экспертного анализа научных статей, входящих в Российский индекс научного цитирования изданий и содержащих переводной плагиат. Проведен сравнительный анализ наиболее популярных на сегодня программ проверки текстов на плагиат с точки зрения их

функциональных возможностей по распознаванию переводного плагиата. Описана схема алгоритма действий системы обнаружения переводного плагиата.

Ключевые слова: плагиат, кросс-языковой плагиат, переводные заимствования, системы обнаружения плагиата, программы антиплагиат.

1. Введение. Проблема выявления оригинальности текста, особенно переводного, является актуальной в условиях современного информационного общества. Обычно при рассмотрении данной проблемы имеется в виду кросс-языковой плагиат, который связан с нарушением авторских прав.

Возможность обнаружения сходства текстовых документов, оригинального текста и переводного, позволяет повысить качество работы различных поисковых систем в Интернете, уменьшить заспамленность информационных текстов и порталов, систематизировать тексты в соответствии с их содержанием, а также выявить случаи нарушения авторских прав [1, с. 20-32].

Задача поиска похожих текстов является алгоритмически сложной ввиду значительных объемов обрабатываемых данных. В то же время алгоритмы, которые эффективны для решения одной задачи, могут оказаться неприменимыми или показывать неудовлетворительный результат при других задачах. Таким образом, к примеру, в юридической лингвистике исследуются стилистические и лексические особенности текстов, специфика их структуры, наличие оценочной лексики, категоричность и форма высказываний. Очевидно, что подобный подход окажется непродуктивным и, по сути, бесполезным при анализе переводных текстов. В связи с чем важно четко обозначить и разграничить понятия похожих текстов и кросс-языкового плагиата [2, с. 503-511].

Плагиатом считается умышленное присвоение и использование в собственных целях чужих идей, произведений, изобретений. Плагиат выражается в публикации чужих произведений от своего имени или без указания ссылок на заимствованные фрагменты [3, с. 93-114].

Плагиат обычно рассматривается с двух позиций: это может быть дословное копирование текста или копирование с элементами модификации. Именно ко второму случаю относятся переводные тексты, в которых может быть обнаружен кросс-языковой плагиат. Помимо этого, текст может быть скопирован полностью или же частично.

Под кросс-языковым или переводным плагиатом понимается полностью скопированный и переведенный на другой язык текст, т.е. в этом случае перевод выступает способом модификации текста [4, с. 33-40].

2. Методы. Существует различные методы нахождения плагиата в переводных текстах. Чаще всего процесс поиска происходит в соответствии со следующим алгоритмом:

− Эвристический поиск. В данном случае происходит отбор из корпуса документов, которые содержат фрагменты текста, похожие на некоторые части текста, который проверяется на плагиат. На этом этапе применяются различные алгоритмы выявления похожих текстов, а также зачастую необходимо использовать переход между языками документов – перевод ключевых слов, определение темы и жанра и др. [5]

− Подробный анализ. Осуществляется анализ степени сходства отобранных документов с проверяемым, и при обнаружении высокой степени сходства предполагается случай плагиата. Во многих системах антиплагиата этот шаг используется без эвристического поиска: сравнение идет с каждым из текстов корпуса.

− Пост-обработка. Полученные результаты анализа текста на плагиат проверяются с целью исключения ложных обнаружений заимствования (например, случаев, когда правильно оформленная цитата принимается за плагиат) [6].

Отметим, что при использовании машинного перевода иноязычных текстов с помощью различных онлайн переводчиков (например, Яндекс или Google) на русский язык и последующей проверке переводного текста системами антиплагиат (Антиплагиат.ру, E-txt, Advego, Text.ru) кросс-языковой плагиат не всегда обнаруживается системами. Это связано в первую очередь с тем, что проверки проводятся по русскоязычным коллекциям, а также с тем, что алгоритм поиска заимствований в указанных программах не подходит для проверки данного типа плагиата в анализируемых текстах. В результате переведенный текст, который является кросс-языковым плагиатом, определяется программой как оригинальная авторская работа [7, с. 121-126].

Кросс-языковой плагиат в русскоязычных текстах обычно возникает при переводе текстов с английского языка, поскольку именно он является международным общепринятым языком, применяемым на большинстве научных конференций и в большинстве научных изданий [8].

Для обнаружения плагиата сначала логично сделать перевод русскоязычного текста на английский язык, что можно осуществить также при помощи онлайн переводчика. Таким образом, поиск заимствований будет осуществляться по англоязычной коллекции. Но здесь появляется новая трудность, которая состоит в том, что перевод характеризуется неоднозначностью и предполагает использование разнообразных переводческих эквивалентов и трансформаций, т.е. одна и та же мысль может передаваться посредством разных слов и словосочетаний, кроме того, при грамотном переводе изменяется порядок слов и структура текста и предложений. Ситуация усугубляется тем, что при автоматическом машинном переводе возникают дополнительные ошибки, недочеты и несоответствия. В результате в переведенном тексте при помощи традиционных алгоритмов невозможно корректно определить заимствования [9, с. 5-7].

Рассмотрим процесс обнаружения плагиата в переводных текстах на примере системы «Антиплагиат». Разработчиками программы был создан модуль выявления переводных заимствований для языковой пары «английский – русский». Данный метод дает возможность осуществлять в коллекциях поиск документов-кандидатов, откуда потенциально могли быть произведены заимствования, и сравнивать текст. Такая технология применима и для других языковых пар.

Главным методом поиска документов-кандидатов при дословном заимствовании текста выступает построение инвертированного индекса, где документ из коллекции представляется в виде набора перекрывающих друг друга последовательностей слов определенной длины (n-грамм). Далее происходит упорядочивание документов-кандидатов на основании выбранной функции схожести совпавших последовательностей слов. В случае переводных заимствований задача обнаружения документов-кандидатов решается аналогичным методом. Основное отличие от классического способа обнаружения документов-кандидатов состоит в построении функции, которая ставит в соответствие каждому слову в рассматриваемой последовательности класс эквивалентности – метку кластера, объединяющего слова, которые близки по смыслу и встречаются в одинаковых контекстах. Модели на основе глубоких сетей обеспечивают представление слов в векторном пространстве, которое может использоваться с целью выявления семантической близости слов. Таким образом, кластеризация векторов выступает быстрым и эффективным методом получения классов слов [10, с. 1-2].

На следующем этапе осуществляется сравнение слов между собой. Для этого применяются рекуррентные сети глубокого обучения – особый тип искусственных нейронных сетей, которые дают возможность представить часть текста произвольной длины в векторном пространстве. С целью оптимизации параметров сети используются технологии частичного обучения (с небольшим объемом частично размеченных данных) и технологии обучения без учителя (unsupervised learning) – машинное обучение, где известны только описания множества объектов и требуется обнаружить внутренние зависимости, существующие между ними. Вопрос обработки естественного языка, таким образом, разрешается с меньшими усилиями по поиску подходящих ресурсов, что актуально для многих языков, по которым имеется недостаточное количество материалов [11, с. 532-528].

Еще одной значимой особенностью рекуррентных сетей представляется возможность их использования как порождающих, т.е. моделирующих вероятностные характеристики естественного языка, моделей. Такая технология дает возможность генерировать тексты на основании изученных языковых структур, что, в свою очередь, позволяет использовать их не только при выявлении семантической близости слов, словосочетаний и выражений, но и при перефразировании. Оптимальная архитектура для каждого вида нейронных сетей подбирается на основании значений конкретных целевых метрик оценки качества: точности, полноты и F-меры, которая учитывает при оценке и точность, и полноту [12].

3. Результаты. Действие программы тестировалось на научных статьях, которые входят в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) изданий, предоставленных научной электронной библиотекой eLibrary.ru [13, с. 61-68]. Мониторингу подверглось примерно 2,5 млн. русскоязычных научных статей, проверка производилась по англоязычным коллекциям. Итак, в результате мониторинга было выявлено более 20 тыс. русскоязычных научных статей, в которых содержался в больших объемах кросс-языковой плагиат. Около трети таких статей прошли дополнительный экспертный анализ, результаты которого показаны в таблице 1.

Таблица 1 – **Результаты экспертного анализа статей, содержащих кросс-языковой плагиат [12]**

Результаты анализа статей с переводными заимствованиями (кросс-языковым плагиатом)	
Тип срабатывания системы	Количество случаев
Заимствования, в том числе:	2627
− переводные заимствования (текст переведен с английского языка на русский и выдан за оригинальный)	921
− другие заимствования (из русскоязычных ресурсов)	1706
Легальные заимствования, в том числе:	2355
− двуязычные статьи (статьи одного автора на двух разных языках)	788
− цитирование законодательных актов (использование в тексте формулировок нормативных актов)	1567
Самоцитирование (цитирование автором своей оригинальной англоязычной работы)	660
Ошибочные срабатывания	507
Другое (проверяемые статьи затруднительно однозначно отнести к определенной категории)	1540
Итого	7689

Таким образом, мы видим, что часть проанализированных статей представляет собой легальные заимствования. Данные статьи являются переводными работами одних и тех же авторов или соавторов, выполненными на разных языках. Но важно отметить, что среди статей значительная часть определена как некорректные переводные заимствования, т.е. кросс-языковой плагиат.

В данном случае можно считать, что в электронной библиотеке eLibrary.ru как минимум 1% русскоязычных научных статей содержат в различном объеме переводной плагиат. Необходимо учитывать, что этот процент значительно занижен, поскольку проверка ограничивалась размером англоязычной коллекции документов. Следовательно, при индексировании большего количества текстов на английском языке можно обнаружить большее количество текстов с переводным плагиатом [14].

Сравнивая существующие системы поиска переводного плагиата, можно отметить, что наиболее эффективной программой при решении данного вопроса на сегодняшний день является полная версия «Антиплагиат» со специально разработанным модулем поиска переводных заимствований. При этом неполная бесплатная версия программы не распознает плагиат в переводных текстах.

Система «Advego Plagiatus»: программа имеет функции быстрой и глубокой проверки текстов, а также осуществляет проверку на плагиат не только по словам, но и по фразам, т.е. на смысловом уровне, но при проверке переводных текстов также не распознает плагиат.

Программа «Text.ru» проводит полный SEO-анализ текста в режиме онлайн и очень полезна при анализе текстов на наличие рерайта, т.е. перефразирования, однако не способна распознавать переводной плагиат и расценивает переводные тексты с английского на русский язык как полностью оригинальные.

Система обнаружения плагиата «E-txt» при проверке переводных текстов выдает множество ошибок при чтении файлов и показывает очень высокий уровень оригинальности текста, т.е. также не способна распознать переводной плагиат [15].

4. Обсуждение. Несанкционированное использование оригинального контента, или плагиат, является серьезной проблемой. Плагиат в переводных текстах обнаружить достаточно сложно. С этой задачей большинство программ проверки текстов на плагиат не справляется и показывает высокий уровень оригинальности текста при анализе переводных документов.

Однако, подключение разработанного модуля поиска переводных заимствований в полной версии системы «Антиплагиат» позволяет эффективно распознавать кросс-языковой плагиат в различных текстах.

В результате анализа систем обнаружения переводного плагиата можно обозначить следующую схему алгоритма действий для поиска заимствований с английского на русский язык:

− проверяемый русскоязычный текст поступает на вход;

− производится машинный перевод данного текста с русского языка на английский;

− в проиндексированной коллекции текстов на английском языке осуществляется поиск документов-кандидатов в источники заимствования;

− происходит сопоставление каждого обнаруженного документ-кандидата с английской версией проверяемого текста, определяются границы заимствованных фрагментов;

− границы заимствованных фрагментов переносятся в русскоязычную версию текста;

− по окончании процесса проверки на переводной плагиат составляется отчет о результатах.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Zanettin F. Corpus methods for descriptive translation studies // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2017. – Iss. 95. – P. 20-32.

[2] Identification of translationese: A machine learning approach // Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Text Processing and Computational Linguistics (CICLing 2010). – Springer Heidelberg, March 2015. – P. 503-511.

[3] Lapshinova-Koltunski E. Variation in translation: Evidence from corpora // New directions in corpus-based translation studies / C. Fantinuoli, F. Zanettin. – Berlin: Language Science Press, 2015. – P. 93-114.

[4] Kunilovskaya M., Kutuzov A. A quantitative study of translational Russian (based on a translational learner corpus) // Corpus Linguistics 2015: Proceedings of 7th International Conference. – St. Petersburg, 2015. – P. 33-40.

[5] Ilisei I. A Machine Learning Approach to the Identification of Translational Language: An Inquiry into Translationese Learning Models. - Wolverhampton: University of Wolverhampton, 2015.

[6] Астапова О.П. Исследование и разработка методов поиска плагиата в многоязычных корпусах текстов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://seminar.at.ispras.ru/wp-content/uploads/2012/07/Astapova-thesis1.pdf (Дата обращения: 16.04.2019).

[7] Шарапов Р.В., Шарапова Е.В. Система проверки текстов на заимствование из других источников // Труды 15-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: Перспективные методы и технологии, электронные коллекции». – Воронеж, 2014. – С. 121-126.

[8] Мазов Н.А., Гуреев В.Н. Результаты исследований по выявлению переводного плагиата с использованием библиометрических баз данных // Научные и технические библиотеки. – 2017. – № 12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ntb.gpntb.ru/jour/article/view/257# (Дата обращения: 17.04.2019).

[9] Абраров Р.Д. Разработка методов поиска плагиата // Молодой ученый. – 2016. – №12.4. – С. 5-7.

[10] Абраров Р.Д., Худайберганова М.М. Как работает антиплагиат? Принцип работы антиплагиата // Молодой ученый. – 2016. – №29.3. – С. 1-2.

[11] Nisioi S., Dinu L.P. A clustering approach for translationese identification // Proceedings of RANLP. – 2018. – P. 532-538.

[12] Чехович Ю., Кузнецова Р., Бахтеев О. Плагиат в научных статьях: трудности обнаружения перевода. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.unkniga.ru/innovation/tehnology/7886-plagiat-v-nauchnyh-statjah0trudnosti-obnaruzheniya-perevoda.html (Дата обращения: 17.04.2019).

[13] Никитов А.В., Орчаков О.А., Чехович Ю.В. Плагиат в работах студентов и аспирантов: проблема и методы противодействия // Университетское управление: практика и анализ. – 2014. – № 5. – С. 61-68.

[14] Kunilovskaya M., Morgoun N., Pariy A. Learner vs. Professional Translations into Russian: Lexical Profiles // Translation and Interpreting. – 2017. – Vol. 10, No. 2.

[15] Звонникова Е.Д. Сравнение информационных систем автоматической проверки оригинальности текстов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – № 8 (август). – С. 126-130. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://e-koncept.ru/2015/15282.htm (Дата обращения: 15.04.2019).

References

[1] Zanettin F. Corpus methods for descriptive translation studies // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2017. – Iss. 95. – P. 20-32.

[2] Identification of translationese: A machine learning approach // Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Text Processing and Computational Linguistics (CICLing 2010). – Springer Heidelberg, March 2015. – P. 503-511.

[3] Lapshinova-Koltunski E. Variation in translation: Evidence from corpora // New directions in corpus-based translation studies / C. Fantinuoli, F. Zanettin. – Berlin: Language Science Press, 2015. – P. 93-114.

[4] Kunilovskaya M., Kutuzov A. A quantitative study of translational Russian (based on a translational learner corpus) // Corpus Linguistics 2015: Proceedings of 7th International Conference. – St. Petersburg, 2015. – P. 33-40.

[5] Ilisei I. A Machine Learning Approach to the Identification of Translational Language: An Inquiry into Translationese Learning Models. - Wolverhampton: University of Wolverhampton, 2015.

[6] Astapova O.P. Issledovanie i razrabotka metodov poiska plagiata v mnogoyazyichnyih korpusah tekstov. [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa: http://seminar.at.ispras.ru/wp-content/uploads/2012/07/Astapova-thesis1.pdf (Data obrascheniya: 16.04.2019).

[7] Sharapov R.V., Sharapova E.V. Sistema proverki tekstov na zaimstvovanie iz drugih istochnikov // Trudyi 15-y Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii «Elektronnyie biblioteki: Perspektivnyie metodyi i tehnologii, elektronnyie kollektsii». – Voronezh, 2014. – S. 121-126.

[8] Mazov N.A., Gureev V.N. Rezultatyi issledovaniy po vyiyavleniyu perevodnogo plagiata s ispolzovaniem bibliometricheskih baz dannyih // Nauchnyie i tehnicheskie biblioteki. – 2017. – # 12. [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa: https://ntb.gpntb.ru/jour/article/view/257# (Data obrascheniya: 17.04.2019).

[9] Abrarov R.D. Razrabotka metodov poiska plagiata // Molodoy uchenyiy. – 2016. – #12.4. – S. 5-7.

[10] Abrarov R.D., Hudayberganova M.M. Kak rabotaet antiplagiat? Printsip rabotyi antiplagiata // Molodoy uchenyiy. – 2016. – #29.3. – S. 1-2.

[11] Nisioi S., Dinu L.P. A clustering approach for translationese identification // Proceedings of RANLP. – 2018. – P. 532-538.

[12] Chehovich Yu., Kuznetsova R., Bahteev O. Plagiat v nauchnyih statyah: trudnosti obnaruzheniya perevoda. [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.unkniga.ru/innovation/tehnology/7886-plagiat-v-nauchnyh-statjah0trudnosti-obnaruzheniya-perevoda.html (Data obrascheniya: 17.04.2019).

[13] Nikitov A.V., Orchakov O.A., Chehovich Yu.V. Plagiat v rabotah studentov i aspirantov: problema i metodyi protivodeystviya // Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz. – 2014. – # 5. – S. 61-68.

[14] Kunilovskaya M., Morgoun N., Pariy A. Learner vs. Professional Translations into Russian: Lexical Profiles // Translation and Interpreting. – 2017. – Vol. 10, No. 2.

[15] Zvonnikova E.D. Sravnenie informatsionnyih sistem avtomaticheskoy proverki originalnosti tekstov // Nauchno-metodicheskiy elektronnyiy zhurnal «Kontsept». – 2015. – # 8 (avgust). – S. 126-130. [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa: http://e-koncept.ru/2015/15282.htm (Data obrascheniya: 15.04.2019).

Еркебұлан Г.Т., Куликова В.П.

Тілдераралық (аудармалы) плагиатты анықтау жүйелерін салыстырмалы талдау.

Түйіндеме. Мақалада мәтіндерде тілдераралық немесе аудармалы плагиатты анықтаудың мәселелері қаралған, тілдераралық (рұқсатсыз) алып пайалануды іздеудің негізгі алгоритмдері баяндалған. Аудармалы плагиатты анықтаудың функционалдық мүмкіндіктері жағынан біігінгі күні барынша танымал мәтіндерді плагиатқа тексеретін бағдарламаларға салыстырмалы талдау жүргізілген. аудармалы плагиатты анықтау жүйесінің іс-әрекеттер алгоритмінің сызбасы сипатталған.

Түйінді сөздер: плагиат, тілдераралық плагиат, аудармалы (рұқсатсыз) пайдалану, плагиатты анықтау жүйесі, антиплагиат бағдарламасы.

E.M. Seitzhanov, D.Z. Yeleuken, T.K. Zholayev

DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL ARCHITECTURE FOR THE MULTITENANT SAAS APPLICATION PLATFORM

Summary. This article introduces the conceptual architecture of the SaaS application platform that enables you to run configurable and multi-user SaaS applications. Despite the fact that most organizations utilize a standardized SaaS application developed by a SaaS programmers, each of the tenants will have unique requirements to the components of the service. The platform provides several features for configuring aspects of SaaS software, such as organizational structure (role sets and access control), user interface, data model, workflow, and business logic. To meet the multi-user SaaS application, we have applied the metadata-driven architecture proposed by Force.com! The SaaS target platform consists of key components that support the SaaS application runtime, which serves multiple clients using a single service instance. An example SaaS software lifecycle scenario is also described to explain how the target platform will work from the development and deployment of the SaaS application to tenant configuration.

Keywords: SaaS, multi-tenancy, cloud computing

[1]Е.М. Сеитжанов, [2]Д.Ж. Елеукен, [1]Т.К. Жолаев

([1] Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан
[2] Университет Международного Бизнеса, Алматы, Республика Казахстан

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ ПРИЛОЖЕНИЙ MULTITENANT SAAS

Аннотация. В данной статье представлена концептуальная архитектура платформы приложений SaaS, позволяющая выполнять конфигурируемые и многопользовательские приложения SaaS. Несмотря на то, что большинство организаций используют стандартизированные приложения SaaS, разработанные программистом SaaS, каждый из арендаторов будет иметь уникальные требования к компонентам обслуживания. Платформа предоставляет несколько функций для настройки аспектов программного обеспечения SaaS, таких как организационная структура (наборы ролей и управление доступом), пользовательский интерфейс, модель данных, рабочий процесс и бизнес-логика. Для удовлетворения мульти-аренды приложения SaaS, мы применили управляемую метаданными архитектуру, предложенную Force.com. Целевая платформа SaaS состоит из ключевых компонентов, поддерживающих среду выполнения приложений SaaS, которая обслуживает несколько клиентов с помощью одного экземпляра службы. Также описан пример сценария жизненного цикла программного обеспечения SaaS для объяснения того, как целевая платформа будет работать от разработки и развертывания приложения SaaS до настройки арендаторами.

Ключеные слова: SaaS, мультитенантность, облачные вычисления

Введение

Software-as-a-Service (SaaS) - это новая модель программного обеспечения, которая предоставляет приложение для нескольких пользователей через интернет как форма "услуги по требованию". [1]. Подписавшись на услугу SaaS, компании могут использовать различные ИТ услуги без необходимости покупки и обслуживания собственной ИТ-инфраструктуры. [2]. Кроме того, поставщик услуг SaaS может предлагать услуги SaaS по умеренной цене, в полной мере используя экономию масштаба. Готовность услуги SaaS может быть определена несколькими моделями функциональной зрелости [3,4].

В этих моделях широко используются три ключевых атрибута – конфигурируемость, мультитенантность и масштабируемость. Microsoft предложила простую модель зрелости SaaS [3], которая описала готовность архитектуры SaaS с четырьмя уровнями зрелости. Самый низкий уровень (Уровень 1) представляет модель поставщика услуг приложений (ASP) [5], которая требует выделенного сервера и экземпляра службы для каждого клиента (т. е. компания, подписавшаяся на услугу). На этом уровне поддержание стоимости поставщик услуг высок, поскольку для него требуется несколько разных экземпляров для разных арендаторов. Конфигурируемость достигается на уровне зрелости 2. Хотя для каждого арендатора по-прежнему требуется выделенный сервер, можно использовать идентичные экземпляры, поскольку он предоставляет возможность для арендаторов настраивать некоторые аспекты программного обеспечения SaaS по своему усмотрению. Уровень зрелости 3 обеспечивает мультитенантность, которая представляет возможность, позволяющую приложению SaaS обслуживать нескольких арендаторов с помощью одного экземпляра службы. На этом уровне арендаторы не только должны иметь возможность настроить некоторые аспекты программного обеспечения SaaS, такие как пользовательский интерфейс или модель данных, но также они используют выделенный сервер, в то время как каждый клиент использует один сервер и экземпляр службы.

С точки зрения эксплуатационных расходов, преимущество экономии масштаба может быть достигнуто на уровне зрелости 3. На самом высоком уровне зрелости масштабируемость добавляется через многоуровневую архитектуру с функцией балансировки нагрузки. Емкость системы может быть увеличена или уменьшена путем добавления или удаления сервера. Для изучения конфигурируемости приложения SaaS было проведено несколько видов исследований. Nitu [6] классифицировал несколько настраиваемых аспектов программного обеспечения SaaS и предложил архитектуру приложения SaaS. В этой архитектуре конструктор арендаторов может настроить несколько видов аспектного пользовательского интерфейса, рабочего процесса, данных и управления доступом, а настроенные данные сохраняются как данные конфигурации, используемые для создания настраиваемого приложения во время выполнения. Однако архитектура в основном сосредоточена на конфигурируемости приложения, а мультитенантность не была обсуждена должным образом.

Хорошо смоделированная конфигурируемость была расценена как ключевая характеристика для того чтобы удовлетворять мультитенантность применения SaaS. Mietzner et al. представил концепцию разработки программных продуктов для моделирования вариационных точек приложения SaaS на этапе разработки. После развертывания приложения на этапе производства моделируемая изменчивость приложения может быть настроена различными арендаторами при сохранении экземпляра службы как единого семейства продуктов. Однако архитектура для реализации этой концепции предложена не была. Чтобы расширить настраиваемый предел приложения SaaS, была выпущена настройка, которая включает изменение исходного кода приложения SaaS. Sun et al. [8] уточнил разницу между конфигурацией и настройкой. Они предложили модель компетентности и методологическую основу для оказания поставщикам SaaS помощи в планировании и оценке возможностей и стратегий настройки и настройки служб.

Мультитенантная архитектура с одним экземпляром (уровень зрелости 3 или выше) была реализована Salesforce.com [9] путем внедрения архитектуры, управляемой метаданными, и среды программирования APEX. Однако его трудно реализовать общественности, поскольку он разрабатывается с использованием локальной технологии.

В этой статье мы предлагаем концептуальную архитектуру платформы SaaS, которая обеспечивает настраиваемое и многопользовательское приложение SaaS. Для достижения высокой степени конфигурируемости в разделе 2 рассматриваются пять настраиваемых аспектов программного обеспечения SaaS и способы его достижения. В разделе 4 рассматриваются несколько необходимых

компонентов и их механизмы для создания полиморфного приложения во время выполнения. В разделе 5, концептуальная архитектура оценивается с помощью сценария.

2. Конфигурируемость SaaS приложений

В этом разделе мы определим два вида приложений SaaS, которые будут предоставляться платформой SaaS. Несколько конфигурируемых аспектов этих приложений будут введены для определения конфигурируемости платформы. Наконец, архитектура, управляемая метаданными, будет объяснена, чтобы показать, как удовлетворяется мультитенантность.

2.1. Приложения SaaS

Приложение SaaS, работающее на предлагаемой платформе SaaS, представляет собой одно пакетное бизнес-приложение с веб-интерфейсом для нескольких арендаторов. Целью бизнес-приложения, такого как CRM, ERP или Groupware, является обработка бизнес-транзакций и сотрудничество между пользователями арендаторов с бизнес-данными в СУБД в качестве центра. Широко используется трехуровневая архитектура, как показано на рисунке 1 для работы бизнес-приложений.

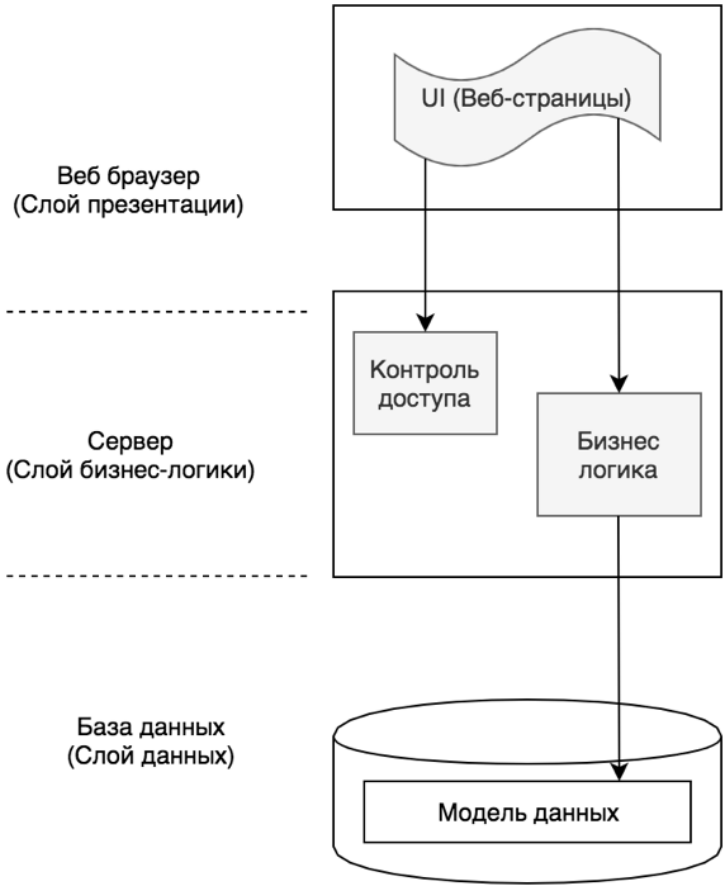


Рис. 1. Запуск бизнес приложения

Объекты данных для бизнес-приложения определяются в системе управления базами данных (СУБД). Разные пользователи в арендаторе имеют разные роли, такие как босс, менеджер или сотрудник, и каждый набор ролей имеет свои собственные полномочия для доступа к данным компании и бизнес-логике. На основе наборов ролей и их полномочий доступа пользователям предоставляются веб-страницы для запроса служб через веб-браузеры. Запросы передаются на сервер приложений, который содержит бизнес-логику, обрабатывающую бизнес-транзакции. Основные аспекты бизнес-приложения состоят из модели данных, бизнес-логики, веб-страниц и ролевые наборы.

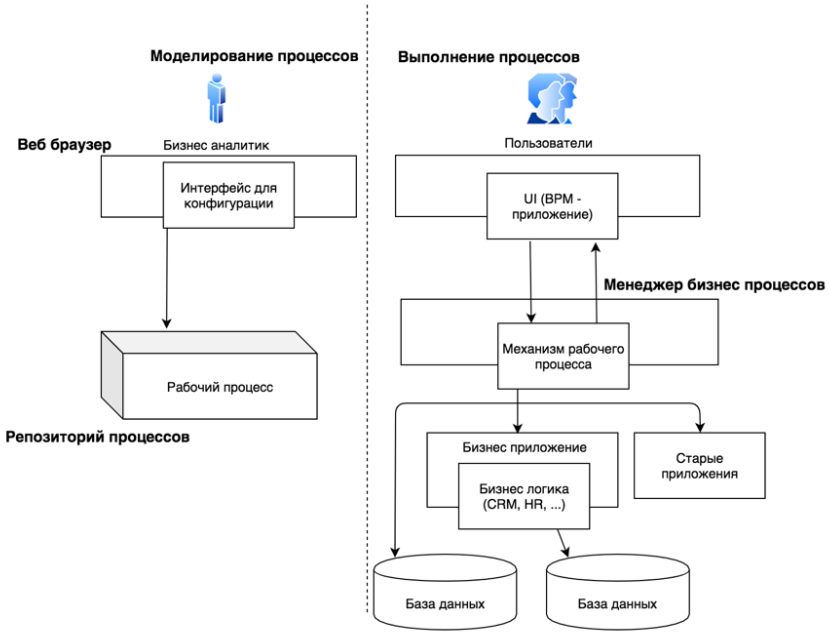


Рис. 2. Запуск BPM – приложения

Помимо бизнес-приложений, приложение Business Process Management (BPM) предоставляется платформой SaaS. В отличие от других бизнес-приложений, используемых для обмена информацией и совместной работы между пользователями, приложение BPM фокусируется на потоке связанных действий организации. Рисунок 2 - иллюстрирует выполнение приложения BPM.Целью приложений BPM является моделирование и выполнение бизнес-процессов, которые представляют собой совокупность взаимосвязанных, структурированных видов деятельности организации. Бизнес-процесс моделируется бизнес-аналитиком или менеджером организации. Смоделированный бизнес-процесс хранится в виде рабочего процесса в репозитории процессов. Рабочий процесс-это изображение последовательности операций, которая выполняет смоделированный бизнес-процесс с помощью механизма рабочего процесса. Каждый член организации имеет пользовательский интерфейс для проверки и обработки действий, назначенных этому члену. Основными аспектами приложения BPM являются рабочий процесс и его действия.

2.2. Настраиваемые аспекты применения SaaS

Даже если большинство организаций подписываются на стандартное приложение SaaS, развернутое на платформе, у каждого из арендаторов будут уникальные требования к компонентам обслуживания, таким как организационная структура (наборы ролей и

управление доступом), пользовательский интерфейс, модель данных, рабочий процесс и бизнес-логика. В следующих подразделах описываются настраиваемые аспекты применения SaaS.

2.2.1. Организационная структура.

Конфигурируемость организационной структуры является первой существенной особенностью, потому что это очень уникальный аспект арендаторов, который часто может быть изменен, и их невозможно рассмотреть на стадии разработки. Менеджер клиента (configuration) может добавлять или удалять наборы ролей на основе начальных ролей, созданных разработчиком приложений SaaS. Менеджер клиента может задать несколько уровней полномочий для доступа к модели данных и назначить их каждому набору ролей в организации. После того как менеджер задает определенный уровень полномочий для роли, платформа SaaS проверяет полномочия при доступе к модели данных или при запросе службы пользователем арендатора. Например, к защищенным данным компании могут получить доступ руководители, но не сотрудники. Данные, которые не открыты поставщикам, не отображаются на странице пользовательского интерфейса поставщика. Некоторые рабочие процессы, такие как процесс начисления заработной платы, не могут быть активированы сотрудником отдела поддержки.

2.2.2. Пользовательский интерфейс.

Конфигурация пользовательского интерфейса заключается в изменении внешнего вида пользовательского интерфейса. Диспетчер арендаторов может изменять цвета компонента на страницах пользовательского интерфейса, реструктурировать макеты страниц, добавлять/удалять гиперссылки или добавлять компонент пользовательского интерфейса для отображения дополнительной модели данных. Кроме того, можно дифференцировать компоненты службы на основе различных наборов ролей организации.

Между тем, важно учитывать влияние изменения компонента на другие аспекты. Например, если новое поле данных добавляется к любому объекту данных, новый столбец добавляется в компонент пользовательского интерфейса grid, который показывает поля объекта данных. Аналогично, если какой-либо объект данных удаляется из базы данных, страница пользовательского интерфейса для управления объектом данных также должна быть недоступна.

2.2.3. Модель данных.

Конфигурация модели данных означает возможность добавления / удаления объекта данных, добавления/удаления полей данных в существующем объекте данных, а также изменения имени поля, типа и т. д. Менеджер арендатора может получить доступ к СУБД платформы и управлять моделью данных программного обеспечения SaaS. Кроме того, менеджер клиента может настроить полномочия доступа наборов ролей для каждой модели данных и поля данных на основе определенных уровней полномочий.

2.2.4. Рабочий процесс.

Поскольку различные организации имеют уникальные организационные структуры, процесс принятия решений или бизнес-правила, рабочие процессы, разработанные разработчиком приложений, должны быть настроены каждым клиентом. С помощью средства Process Designer менеджер арендатора может настроить различные компоненты бизнес-процесса с точки зрения рабочего процесса, типа действия и бизнес-правил.

2.2.5. Бизнес-логика.

Бизнес-логика-это основные функциональные возможности бизнес-приложений, которые обрабатывают информацию между базой данных и пользовательским интерфейсом. Например, основная бизнес-логика приложения CRM - это "получить список всей информации о клиентах" или "добавить все продажи вместе" - "ответить на электронное письмо отправителю" или "информация об адресе списка". Таким образом, полностью арендованная бизнес-конфигурация может пресуществить цель исходного приложения. Тем не менее, иногда просят добавить в запросы арендатора новую бизнес-логику. В этом случае менеджер арендатора может создать простую бизнес-логику с помощью класса шаблона. Этот класс предоставляет несколько методов для управления моделью данных и возврата результатов арифметических операций с данными в базе. Затем генерируемая бизнес-логика динамически загружается на платформу и обслуживается через URL-адрес конкретного клиента. Затем диспетчер арендаторов создает новую страницу пользовательского интерфейса и связывается со страницей и URL-адресом.

2.3 Мультитенантность через метаданные.

Поскольку мы предоставляем SaaS-приложение для нескольких арендаторов т.е пользователей с одним экземпляром сервиса, архитектура платформы должна включать самостоятельную настройку для каждого арендатора без изменения исходного кода приложения и конфигурации среды выполнения, чтобы не приостанавливать SaaS сервис во время работы. Архитектура, управляемая метаданными от Salesforce.com [9] обеспечивает решение для самостоятельной конфигурации даже во время выполнения приложения SaaS. На рис. 3 показана концепция архитектуры метаданных.



Рис. 3. Архитектура, основанная на метаданных

В этой архитектуре все аспекты приложения SaaS, настраиваемые арендаторами, хранятся в базе метаданных. Когда диспетчер арендаторов настраивает некоторые аспекты приложения SaaS, настроенные сведения хранятся отдельно в метаданных конкретного арендатора. Среда выполнения занимается созданием полиморфного приложение для отдельного клиента, используя кодовую базу приложения и метаданные конкретного клиента во время выполнения. С помощью полиморфного приложения пользователи-арендаторы чувствуют, что используют собственное бизнес-приложение, в то время как экземпляр службы совместно используется каждым арендатором. Несмотря на то, что данные приложения являются общими, они защищены, поскольку полиморфное приложение для отдельного клиента обращается к данным приложения независимо с помощью оптимизированного запроса для каждого клиента. В этой статье мы применили управляемую метаданными архитектуру для достижения мультитенантности с одним экземпляром службы. Так как Salesforce.com разработав свое локальное решение, мы приняли программное обеспечение с открытым исходным кодом.

3. Концептуальная архитектура.

Предлагаемая платформа SaaS предоставляет среду выполнения приложений SaaS, которая обслуживает нескольких клиентов с помощью одного сервиса. Для этого платформа состоит из нескольких ключевых компонентов – конфигуратора, среды выполнения, системы управления метаданным. Рисунок 4 изображает концептуальную архитектуру платформы для SaaS платформы. Подробное описание компонентов целевой платформы приводится в следующих подразделах.

3.1 Клиентская часть

Арендаторы могут использовать сервисы SaaS через веб-браузер. Корпоративный портал предоставляет рабочий процесс и интерфейсы для различных приложений. Когда веб-браузер отправляет HTTP-запрос, сервер приложений Tomcat предоставляет веб-приложение, разработанное в библиотеке Javascript на основе ExtJS, и отвечает на JSON-запрос веб-приложения.

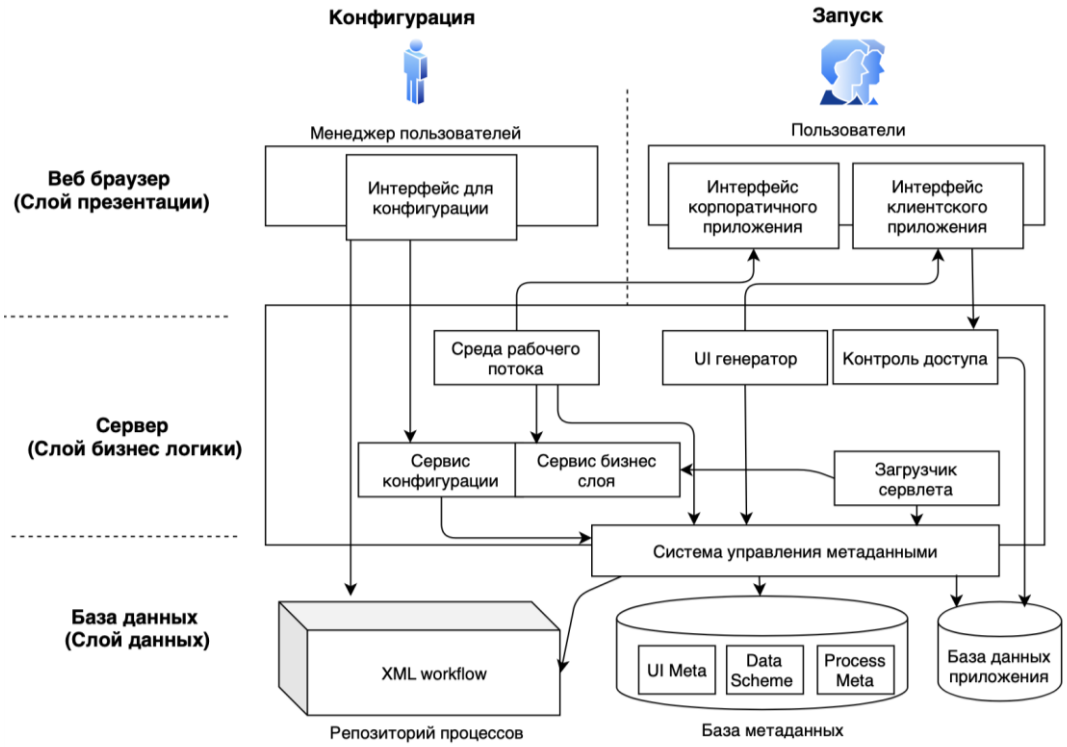


Рис. 4. Концептуальная архитектура платформы SaaS

3.2. Конфигуратор

Конфигуратор это веб-приложение на основе ExtJS, используемое менеджером клиента для настройки различных аспектов приложения SaaS. Настраиваемыми аспектами этой платформы являются страницы пользовательского интерфейса, организационная структура клиента, модели данных, рабочие процессы и бизнес-логика. Конфигуратор предоставляет интерфейс перетаскивания для настройки данной веб-страницы путем размещения контейнеров и компонентов ExtJS на веб-странице. Кроме того, менеджер арендаторов может создать новую веб-страницу с различными контейнерами и компонентами ExtJS. В платформе каждый контейнер и компонент имеет уникальный идентификатор. Идентификаторы контейнера и компонента, которые составляют определенную веб-страницу, хранятся в виде метаданных пользовательского интерфейса со страницей. Веб-страница динамически создается с метаданными и связанными нужными элементами при запросе клиентом конкретной страницы.

Конфигуратор предоставляет графический пользовательский интерфейс для настройки модели данных, организационной структуры и полномочий доступа. Используя конфигуратор, как клиентская программа базы данных, менеджер клиента не только может просматривать объект данных и его поля данных, но и манипулировать их информацией и политикой доступа.

Настройка рабочих процессов и бизнес-логики может быть выполнена с помощью интерфейса конструктора конфигуратора. Используя интерфейс, менеджер арендатора может изменять рабочий процесс с помощью нескольких функций перестановки порядка действий, изменяя исполнителя действия и так далее. Менеджер арендатора может создавать новый рабочий процесс с предопределенными типами действий.

Менеджер арендатора также может добавить новую бизнес-логику с дизайнером. Одним из видов деятельности является выполнение операции с базой данных. Пользователь арендатора может создать новую бизнес-логику, составив простой рабочий процесс с операцией базы данных, которая обрабатывает потребности арендаторов бизнес-логики. После составления бизнес-логики она компилируется и развертывается в платформе с доступным URL-адресом. С помощью функции конфигурации пользовательского интерфейса менеджер клиента может создать новую страницу пользовательского интерфейса для новой бизнес-логики.

3.3. Среда выполнения

Приложение SaaS, работающее на предлагаемой облачной платформе, представляет собой одно пакетное бизнес-приложение с веб-интерфейсом для нескольких клиентов. Целью таких CRM, ERP

систем является обработка бизнес-транзакций и взаимосвязь между пользователями с бизнес-данными в СУБД в качестве сервиса. Настроенные менеджером пользователей какие-то аспекты приложения SaaS хранятся в базе в виде метаданных. В то время как кодовая база, написанная разработчиком, хранится в базе данных приложения. Среда исполнения также играет немаловажную роль в создании конкретного приложения клиента с использованием кодовой базы и метаданных. Ниже перечислены подкомпоненты среды исполнения:

- Генераторы пользовательского интерфейса: метаданные веб-страницы состоят из идентификаторов контейнера ExtJS и компонентов. Когда браузер пытается запросить страницу, генератор пользовательского интерфейса создает определенную страницу клиента во время работы с метаданными в MetaDB.
- Среда рабоченого процесса анализирует и выполняет бизнес-процесс учитывая заданные ограничения и правила. Когда рабочий процесс активирован пользователем, этот механизм извлекает рабочий процесс из репозитория процессов и последовательно выполняет действия из MetaDB.
- Загрузчик сервлетов: созданная арендатором бизнес-логика (скомпилированный класс Java) хранится в MetaDB. Когда бизнес-логика запрашивается компонентом пользовательского интерфейса, загрузчик сервлетов извлекает класс Java и динамически загружает его в платформу в виде сервлета.

3.4. Система Управления Метаданными.

Система управления метаданными предоставляет две ключевые функции для поддержки мультитенантности. Во-первых, это контроль доступа для поддержки нескольких арендаторов. Когда разработчик создает бизнес-логику в приложении SaaS, он не может сделать сложный и касмотизированный SQL-запрос с идентификатором клиента и настроенным клиентом объектом данных. Чтобы избежать этой болезненной задачи, система управления метаданными предоставляет API для уровня логики. Используя API метаданных, уровень логики может получить доступ к общей базе данных независимо от информации клиента. Когда веб-браузер отправляет запрос на сервер приложений, слой бизнес-логики получает доступ к базе данных с помощью API метаданных. Затем система управления метаданными преобразует запрос в оптимизированный запрос для получения определенных страниц и данных пользовательского интерфейса. Это обеспечивает безопасный и независимый доступ к общей базе данных для каждого клиента.

На этапе разработки разработчик не может предсказать, какие модели данных и поля данных менеджер арендатора добавит в будущем. Таким образом, в этой платформе при создании модели данных добавляются любого количество полей. Однако использование этих расширенных полей отличается для каждого арендатора. Например, некоторые арендаторы будут использовать только определенное количество из всех полей для модели данных клиента, а другие ничего. Другой арендатор будет использовать первое расширенное поле как поле logined_at для модели данных клиента как типа даты, но другой будет использовать его как phone_number как тип Varchar. Поэтому информация о расширенных полях для каждого арендатора должна управляться в системе управления метаданными. Эта информация используется для получения определенных страниц пользовательского интерфейса клиента во время выполнения.

3.5. База данных и репозиторий.

В разработке SaaS платформы используются два вида базы данных. База метаданных хранит настроенные аспекты приложения SaaS менеджером клиента. База данных приложений управляет кодовой базой приложений и пользовательскими данными. XML-файлы рабочих процессов хранятся в репозитории процессов.

4. Пример сценария

На рис. 5 показана диаграмма, показывающая взаимодействие между субъектами и SaaS приложения. В этом сценарии описаны все этапы жизненного цикла бизнес-приложения. Сначала разработчик приложения создает кодовую базу бизнес-приложения через SaaS SDK. После развертывания приложения для компаний-арендаторов менеджер арендатора в компании может настроить пять различных аспектов приложения с помощью службы конфигуратора. Поскольку исходная кодовая база, разработанная разработчиком приложения, используется для нескольких арендаторов, настроенные аспекты приложения менеджером арендатора хранятся для каждого арендатора отдельно от кодовой базы.

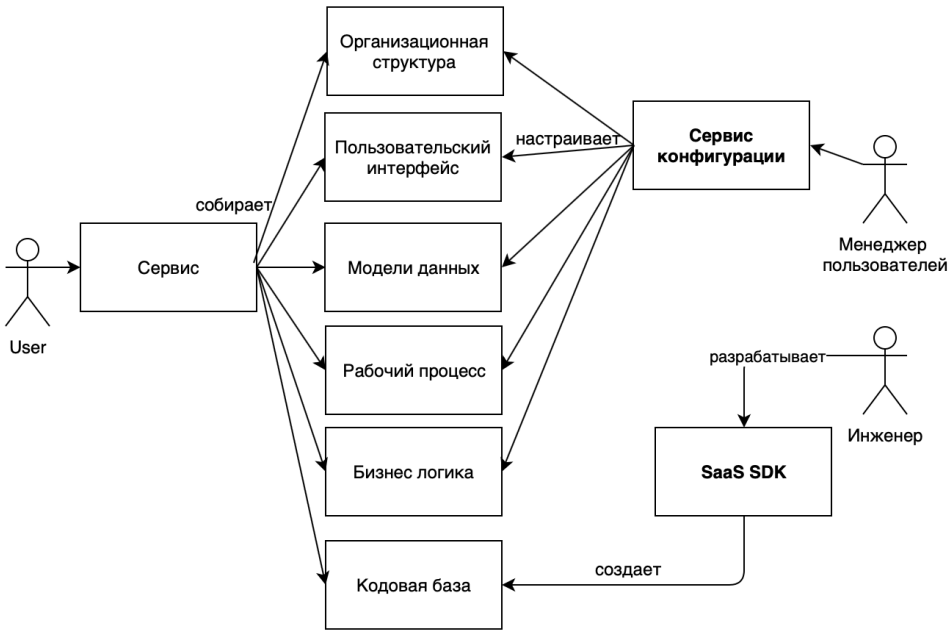


Рис. 5. Сценарий взаимодействия приложения SaaS

Пользователи получают доступ к приложению через бизнес-сервис которая создается и загружается путем сборки кодовой базы и настроенных аспектов приложения, проверяя тем самым какие-либо аспекты приложения, настроенные менеджером клиента. Через сценарий взаимодействия SaaS приложения, мы можем проверить функциональность основных компонентов и удовлетворение настраиваемость и мультитенантности платформы.

5. Заключение

В данной статье предложена концептуальная архитектура системы SaaS, позволяющая разрабатывать конфигурируемые и мультитенантные приложения SaaS. Платформа позволяет приложению конфигуратора настроить пять аспектов программного обеспечения SaaS. Кроме того, архитектура, управляемая метаданными, состоящая из ядра среды выполнения, системы управления метаданными и БД метаданных, применяется для обеспечения мультитенантности системы SaaS.

Мы планируем реализовать платформу на основе концептуальной архитектуры. Кроме того, мы собираемся предоставить комплект разработки программного обеспечения (SDK) для разработки приложений SaaS, который имеет дело с моделью общности и изменчивости аспектов применения SaaS с использованием подхода к линейке программных продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Software as a Service, http://en.wikipedia.org/wiki/- Software_as_a_service

[2] Cor-Paul Bezemer and Andy Zaidman, “Multi-Tenant SaaS Applications: Maintenance Dream or Nightmare?”, Technical Report (TUD-SERG-2010-031), Delft University of Technology

[3] Gianpaolo Carraro, “Understanding SaaS Architecture: A Simple SaaS Maturity Model,” http://msdn.microsoft.com/enca/architecture/aa699384.as px, 2006

[4] Stephan Ried, “Forrester’s SaaS Maturity Model: Transforming Vendor Strategy while Managing Customer Expectations,” http://www.forrester.com/Research/- Document/Excerpt/0,7211,46817,00.html, 2008

[5] Application Service Provider, http://en.wikipedia.org/ wiki/Application_service_provider

[6] Nitu, “Configurability in SaaS Applications”, 2nd India Software Engineering Conference, 2009, pp. 19-26.

[7] Ralph Mietzner, Andreas Metzger, Frank Leymann, and Klaus Pohl, “Variability modeling to support customization and deployment of multi-tenant-aware software as a service applications”, In Proc. of the ICSE Workshop on Principles of Eng. Service Oriented Systems (PESOS), 2009, pp. 18-25.

[8] Wei Sun, Xin Zhang, Chang Jie Guo, Pei Sun, Hui Su,

“Software as a Service: Configuration and Customization Perspectives”, In Proc. of the IEEE Congress on Services Part II, 2008, pp. 18-24.

[9] Craig D. Weissman and Steve Bobrowski, “The design of the force.com multitenant internet application development platform”, In Proc. of the SIGMOD, 2009, pp. 889-896.

Сеитжанов Е. М., Елеукен Д. Ж., Жолаев Т. К.

Мультитенанттық SAAS платформасына арналған тұжырымдамалық архитектураны әзірлеу.

Түйіндеме. Бұл мақалада SAAS бағдарламасының концептуалды сәулеті көрсетілген. Ол конфигурацияланатын және бірнеше пайдаланушы қосымшаларын орындауға мүмкіндік береді. Көптеген ұйымдар SaaS бағдарламасымен әзірленген SaaS стандартталған қосымшаларын қолданғанына қарамастан, әрбір жалдаушының қызмет көрсету компоненттеріне қойылатын ерекше талаптары болады. Платформа SaaS бағдарламалық қамтамасыз етудің ұйымдастырушылық құрылымы: рөлдер жиынтығы және қатынауды басқару, пайдаланушы интерфейсі, деректер моделі, жұмыс процесі және бизнес-логикасы сияқты аспектілерін баптау үшін бірнеше функцияларды ұсынады. Мультитенанттылықты қанағаттандыру үшін біз мультибазамен басқарылатын, Force.com ұсынған сәулетті қолдандық. Сондай-ақ, SaaS платформаын әзірлеуден және жалға алушылардың күйге келтіруіне дейін қалай жұмыс істейтінін түсіндіру үшін SaaS бағдарламалық жасақтамасының өмірлік цикл сценарийінің мысалы сипатталған.

Түйін сөздер: SaaS, мультитенантық, бұлтты есептеулер.

[1]Е.М. Сеитжанов, [2]Д.Ж. Елеукен, [1]Г.К. Сембина

([1]Международный Университет Информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан
[2] Университет Международного Бизнеса, Алматы, Республика Казахстан

ПОДХОД К СОЗДАНИЮ МУЛЬТИТЕНАНТНОГО SAAS-ПРИЛОЖЕНИЯ С МОНИТОРИНГОМ И SLA

Аннотация. SaaS (Software as a Service) - это современный подход для предоставления расширяемого корпоративного программного обеспечения в качестве услуги в Интернете. Платформа облачных вычислений обеспечивает масштабируемость, доступность и рациональность в вычислениях для сервисов в Интернете. Разработка SaaS сопряжена со многими техническими проблемами. Одна из них - мультитенантность, которая позволяет одному экземпляру программного обеспечения обслуживать несколько организаций, приспосабливая их уникальные требования к конфигурации одновременно. Архитектура SaaS требует как конфигурации, так и некоторого уровня настройки для достижения более высокой зрелости модели. В этой статье предложена управляемая метаданными архитектуру SaaS, которая не зависит от базовой облачной структуры. Предлагаемая архитектура включает мониторинг, управление арендаторами, администрирование арендаторов, конфигурацию арендаторов и крупные службы управления данными. В предлагаемой архитектуре используется концепцию Memcached, и она поддерживается почти всеми базами данных для повышения производительности. В дополнение к этому рассмотрен пул приложений на веб-сервере для управления приоритетом среди арендаторов.

Ключевые слова: SaaS, мультитенантность, облачные вычисления

1. Введение

SaaS является моделью предоставления программного обеспечения и бизнес-моделью. Модель доставки программного обеспечения включает в себя доставку масштабируемого многопользовательского приложения через интернет в различные организации, которые немного отличаются по своей бизнес-функциональности [1]. В этом новом многопользовательском подходе клиент должен войти на веб-сайт поставщика программного обеспечения, чтобы использовать программный продукт для своего бизнеса, а не устанавливать его на собственном предприятии. Клиенты не должны тревожиться о инфраструктуре как сеть, серверы, операционные системы и т. д., чтобы приложения продолжали работать. Услуги предоставляются через интернет, поэтому клиенты могут использовать его с любого места в любое время. Модель ценообразования, используемая в SaaS, основана на подписке, и клиенты должны платить за "оплату за использование". Клиент освобождается от установки пробного периода продукта, демонстрации функциональности и долгосрочного соглашения об инвестировании денег.

Рыночным преимуществом SaaS является охват большого пула клиентов для обеспечения стандартной функциональности домена одним экземпляром приложения [2]. SaaS и традиционное программное обеспечение отличаются с точки зрения архитектуры приложений, среды размещения и развертывания, необходимого набора навыков и других технических проблем. Одна из проблем, которую разработчик SaaS должен решить - это мульти-аренда, подписка, мониторинг и выставление счетов, безопасность и конфиденциальность, масштабируемость, высокая доступность и надежность, управление и администрирование для отдельных арендаторов, настройка времени выполнения для каждого арендатора, настраиваемый графический интерфейс, настраиваемая бизнес - логика.

2. Обзор мультитенантности

Мультитенантность - одна из самых важных концепций для любого приложения SaaS. Исходя из этого, реальные облачные вычисления направлены на ”лучшее использование ресурсов” для поставщиков SaaS и ”платить, как вам удобно” для потребителя [3]. Существует множество способов разработки приложений SaaS на основе среды хостинга, архитектуры и доступных навыков разработки. Можно разработать SaaS и развернуть его с помощью proprietory Online framework, например Salesforce.com, Google AppEngine, Microsoft Azure и т. д. SaaS также может быть разработан с использованием основных рамок программирования, таких как JDK для java. Здесь нужно сосредоточиться на мониторинге, выставлении счетов, подписке и наиболее важной конфигурации для каждого арендатора.

Разработка приложений SaaS должна быть независимой от базовой инфраструктуры, чтобы приложение можно было переносить из одного облака в другое без изменения кода. Это возможно только в том случае, если все игроки следуют идентичной, а также определенной стандартной архитектуре SaaS [4]. Зрелость SaaS выражается с помощью модели с четырьмя различными уровнями. Каждый уровень отличается от предыдущего некоторыми дополнительными функциями. Среди всех моделей четвертая модель зрелости сильно исключена большинством поставщиков SaaS [5]. Рамки SaaS под названием SaaSpia предлагается для мониторинга в режиме реального времени и управления вопросом многопользовательской среды. SaaSpia предоставляет средство управления для администрирования арендаторов, пользователей арендатора, услуг и систем. Управление модулем SaaS в SaaSpia не обеспечивает поддержку управления и мониторинга SLA [6]. SalesForce.com предостоаляет аррех программирование и веб инструмент для поставщиков SaaS для разработки, интеграции и настройки своего сервиса на основе платформы CRM [7].

SaaS с системой контроля арендаторов - это многоуровневая архитектура. В нем объясняется, как службы управления арендаторами и службы управления бизнесом взаимодействуют друг с другом для спецификаций арендаторов. Но в этой архитектуре конфигурация времени выполнения комплексна для поставщика SaaS[8]. SaaS обычно разрабатывается с более высоким уровнем стандартной функциональности для конкретного домена для поддержки масштабируемости службы. Еще некоторые домены нужно изменить эту функцию, чтобы разместить свои уникальные требования. Это уникальное требование может быть достигнуто путем настройки. Wei Sun и Xin Zhang [9] довольно хорошо объяснили, как определить конфигурацию для поставщиков SaaS. Поставщики SaaS должны предпочесть конфигурацию для удовлетворения уникальных требований конкретного потребителя [9].

3. Предлагаемая архитектура

Разработка SaaS очень сложна по своему характеру и должна быть разделена по компонентам для конкретного функционала. Архитектура приложений играет важную роль в разработке, объясняя детали, связанные с коммуникацией между различными выделенными компонентами. Приложение SaaS должно обрабатывать большой объем данных. Хранение и извлечение большого объема данных очень важно для производительности и безопасности приложений. Предлагаемая нами архитектура указанная на Рисунке 1 может быть реализована с использованием как основной технологии java, так и технологии .net. Архитектура реализована с использованием основной технологии, поэтому ее можно разместить на фермах распределенных виртуальных машин.

A. Базы Данных

В управляемой метаданными архитектуре база данных играет двойную роль пользовательские данные приложения и метаданных конфигурации. Каждый момент работы приложения должен получать метаданные для понимания пользовательских данных и действий, которые необходимо выполнить. Если связь с данными конфигурации неэффективна, она не может ожидать производительности от приложения в больших масштабах. Разделилив базу данных на три вида, на основе ее данных и частоты доступа. Первый - это База метаданных, и она хранится как концепция memcached, второй-данные приложения клиента, а третий-SLA и база данных мониторинга для ведения журналов доступа к приложениям и записей SLA.

1) *База метаданных*: База метаданных предназначена для хранения информации о конфигурации на основе требований конкретного клиента. Важно оценить общую производительность приложения. Некоторые из основных необходимых метаданных-это тема арендаторов, доступ к меню, измененные функции, поля в формах, формат отчета, служба базы данных, рабочий процесс и т. д. Эти данные конфигурации могут быть сохранены в файл XML или небольшой сайт. Конфигурация в XML-файле может пострадать от точки зрения производительности из-за узкого места операции чтения-записи файла.

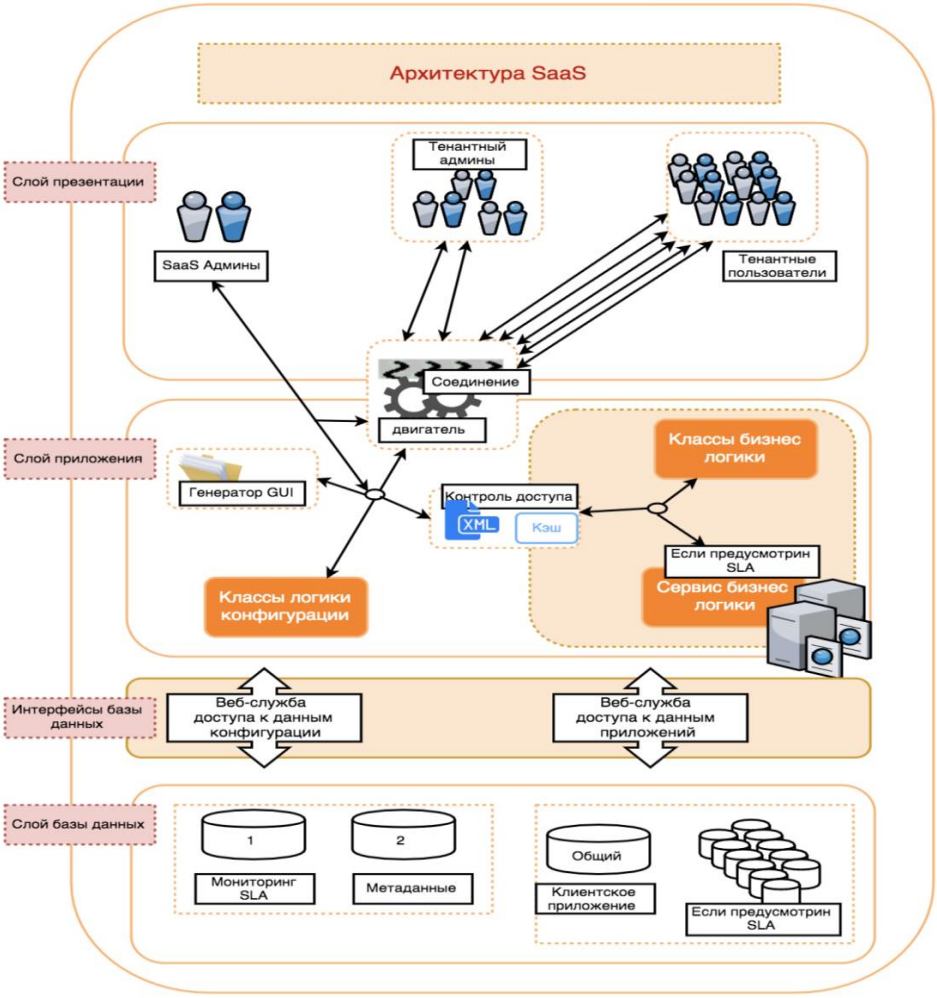


Рис. 1. SaaS архитектура

Приложение SaaS будет одновременно доступно различным пользователям-арендаторам. Следовательно, для одновременных операций чтения и записи потребуется заблокировать и разблокировать файл/таблицу. Это может снизить производительность приложения. Используя Memcached для эффективного поиска информации о конфигурации одновременно среди клиентов.

Memcached-это хранилище ключей в памяти для небольших фрагментов произвольных данных (строк, объектов) из результатов вызовов базы данных, вызовов API или рендеринга страниц [10]. Memcached не является фактическим хранилищем метаданных для приложения.

Исходные метаданные для приложения хранятся в выделенной базе данных RDMS. Взаимодействие с базой данных для каждого запроса пользователя к приложению невозможно во времени. Если обращаться к базе данных для каждого запроса пользователя для приложения SaaS, производительность сильно ухудшается. Для удовлетворения первого запроса приложения-арендатора необходимые метаданные будут извлечены из базы данных и помещены в кэш. Последующие запросы смогут найти необходимые метаданные из кэша без выполнения транзакции базы данных. Memcached должен быть немедленно обновлен при обновлении базы данных, чтобы избежать неправильной конфигурации приложения. Неправильные кэшированные данные могут привести к разрушению приложения, позволяя недавно отключенному меню выполнять несколько операций.

Memcached ограничен по размеру, поэтому нельзя кэшировать большие данные в любой момент времени для одного экземпляра. Метаданные, такие как темы, меню, функциональность, поле, отчет и служба базы данных, должны быть доступны одновременно для нескольких арендаторов. Следовательно, Memcached будет часто обновляться по сравнению с исходной базой данных. Это увеличит хиты доступа к базе данных и снизит производительность. По этой причине используется несколько экземпляров Memcached вместо одного экземпляра. Выдавая выделенный экземпляр для каждого элемента метаданных, как показано на Рисунке 2 для Memcached flow.

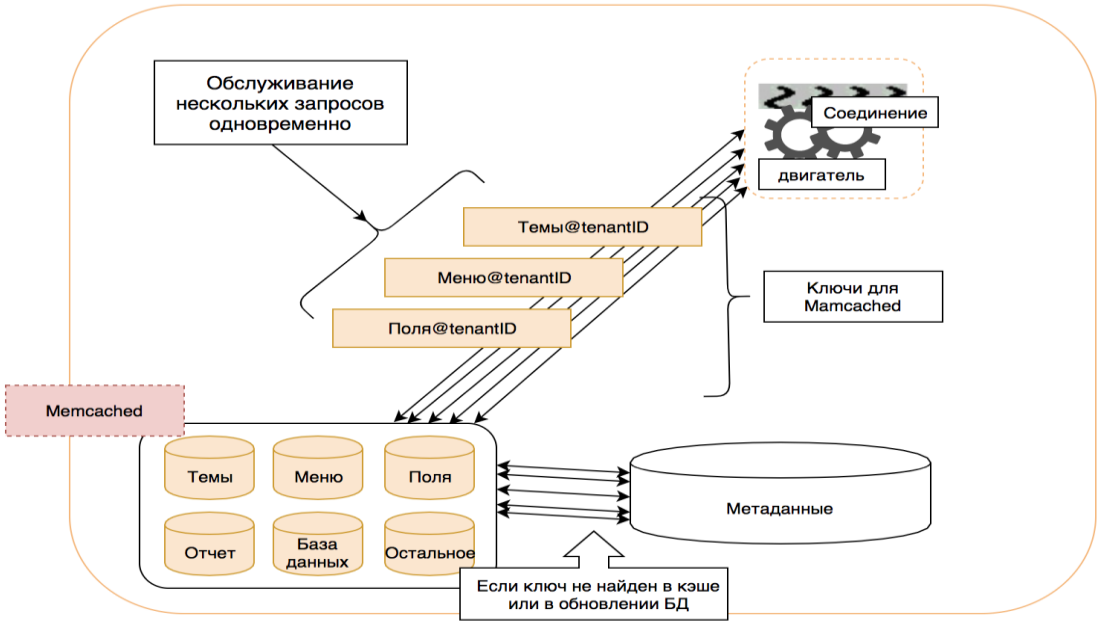


Рис. 2. Поток memcached

2) *База данных приложений*: размер базы данных приложений очень велик по сравнению с базой данных конфигурации. База данных приложения может храниться в виде базы данных общего экземпляра или выделенного отдельного экземпляра базы данных. Рассмотрев оба способа хранения базы данных. По умолчанию база данных клиента остается в общем экземпляре. Если соглашение об уровне обслуживания (SLA) организации позволяет иметь отдельный экземпляр базы данных, то единственный клиент будет иметь выделенный экземпляр базы данных. Это помогает арендатору иметь полный контроль над сервером базы данных, чтобы держать его под регулярным контролем и резервным копированием. Разделение также улучшает конфиденциальность базы данных и быстрый доступ.Конфигурация метаданных клиента влияет на схему базы данных приложения. Некоторые из возможных шаблонов для размещения расширения в общем экземпляре-это предварительно выделенные поля, пары имя-значение [11]. Но это не единственный способ хранения данных в базе данных.

Предварительно выделенное поле: один из способов сделать модель данных расширяемой-просто создать заданное количество настраиваемых полей в каждой таблице, которую хотите разрешить арендаторам. Здесь, в этом методе, конфигурация поля ограничена сохранением фиксированных столбцов для настройки.

Конфигурация клиента хранит необходимые записи для идентификации настраиваемого столбца, используемого для имени поля с определенным типом данных. Пары имя-значение: чтобы удалить ограничение для настройки поля, пара имя-значение используется для хранения расширенного хранилища данных. В этом методе клиент может добавить любое количество полей настройки. При извлечении данных из базы данных в соответствующем формате используется таблица pivot в пользовательском столбце. Схема базы данных для отдельного экземпляра будет такой же, как и в случае общего экземпляра. Одно из прямых преимуществ сохранения схемы общего и отдельного экземпляра одинаковым заключается в том, что клиент может в любое время переместить общий экземпляр в отдельный экземпляр и вернуться. Другим преимуществом является то, что отдельный экземпляр может сделать хост выделенным мощным сервером, который повышает производительность. Организация-клиент также может размещать экземпляры базы данных на собственном сервере. Потребности в URL-адресе интерфейса веб-службы конфиденциальны среди арендаторов. Если один клиент знает URL-адрес интерфейса других баз данных клиента, он сможет получить доступ к базе этого клиента, настроив известный URL-адрес в своих собственных метаданных.

3) *SLA и база данных мониторинга*: SLA (Соглашение об уровне обслуживания) определяет официальный контракт между поставщиком SaaS и потребителем. SLA включает в себя много юридического соглашения, а также соглашение об исполнении услуг. SLA включает критерии связанные с безопасностью данных, конфиденциальностью, владением, доступностью, уровнем

производительности, резервным копированием данных, аварийным восстановлением и многим другим. На основании этого соглашения об уровне обслуживания должен оплачивать поставщик. Полное описание OAC выходит за рамки настоящего документа. Рассмотрев базу данных SLA для хранения некоторых технических соглашений, таких как выделенный экземпляр или общий экземпляр базы данных, доступный пакет услуг, количество пользователей и т. д. Если SLA указано иметь отдельные выделенные экземпляры базы данных для арендаторов, то он также может дать адрес веб-службы для доступа к данным с этого сервера. Некоторые из расширенных функций могут быть доступны, если указан его SLA. База данных SLA предоставляет информацию о контракте на обслуживание для выполнения ресурсов и функций, к которым необходимо получить доступ.

Мониторинг SaaS в одном виде системы журналов должен отслеживать использование арендатора. Ведется учет каждого арендатора, как количество активных пользователей, общее количество часов обслуживания, войти и выйти из записей пользователя арендатора, количество обращений для приложения среди пользователей арендатора и т.д. Мониторинг также ведет запись для резервного копирования и восстановления базы данных. Этот журнал мониторинга используется для подготовки ежегодного или ежемесячного отчета об использовании приложения. Администратор арендатора позволяет получить доступ к собственным журналам для выполнения анализа активного перемещения пользователя в приложении.

4) *Интерфейс веб-службы*: Описав веб-службу в качестве интерфейса для доступа к базе данных. Он будет реализован таким образом, что он принимает клиента как общий параметр для доступа к данным. Веб-служба содержит всевозможные транзакции базы данных, такие как вставка, обновление и удаление в виде функции веб-службы. Веб-служба выбрана в качестве интерфейса базы данных, чтобы скрыть прямой доступ к серверу баз данных.

Б. Прикладная логика потока

Используемый шаблон проектирования MVC (модель, представление, контроллер) для управления потоком выполнения приложений и структурой проекта. Полный поток от URL до отображения нужной страницы показан на Рисунке 3. Для выполнения любого запроса пользователя над приложением, SaaS engine требует основных трех информационных tenantID, контроллер, операция действия должна быть выполнена. Обработка URL-адрес клиента выписок, контроллер, действие от запрашиваемого url. Обработка URL-адрес возвращает клиента от memcached путем передачи входящего URL-адреса.

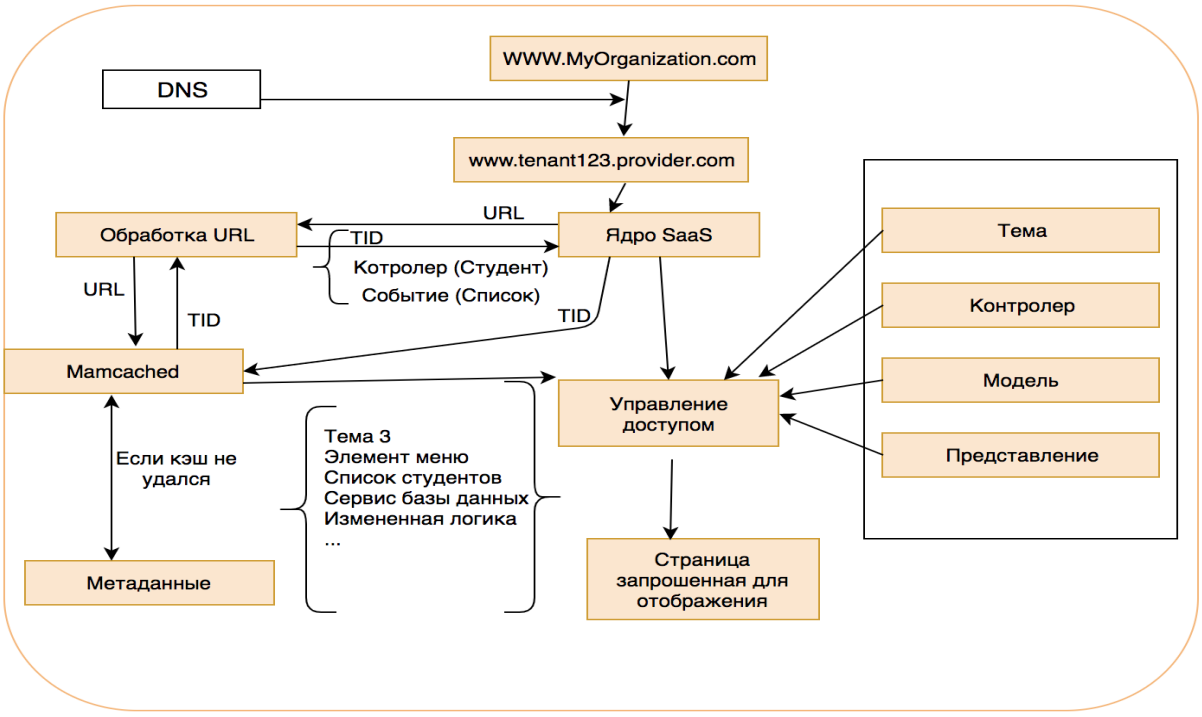


Рис. 3. Поток выполнение

Если Memcached терпит неудачу, то он извлекается из базы данных и кэш обновляется. У арендатора есть выбор для просмотра и управления бизнес-логикой. Как только контроллер и действие идентифицированы, следующее-Определить, какое действие должно быть выполнено для этого конкретного контроллера. SaaS может сделать еще один вызов для определенного имени файла темы и имени функции. После доступа ко всей конфигурации метаданных система выполняет управление доступом и динамически генерирует страницу для отображения. Бизнес-функциональность реализована в соответствующем контроллере с помощью метода действия. Один контроллер бизнес-логики имеет несколько представлений для отображения в пользовательской базе клиента по их выбору.

B. Объединение Приложений

Если одновременно к SaaS обращается большое количество арендаторов, то для поддержания производительности приложения необходимо реализовать изоляцию процессов. Некоторые арендаторы требуют более высокий приоритет, чем другие арендаторы. Для управления статическим приоритетом и изоляцией между арендаторами можно использовать пул приложений веб-сервера.

4. Заключение

Предложен самый простой способ разработки SaaS-приложения без использования платформы. Разработчики SaaS для малых предприятий не должны зависеть от частной структуры. Предлагаемая архитектура охватывает все аспекты разработки SaaS, такие как конфигурация, настройка, управление арендаторами, спецификация SLA и мониторинг с удовлетворением требуемого уровня производительности. Предлагаемый способ SaaS учитывает производительность, предоставляя услуги большому количеству клиентов одновременно. Предлагаемая архитектура также показывает развертывание SaaS в распределенной облачной инфраструктуре-собственной инфраструктуре или общедоступном облаке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] “Software as a service,” http://en.wikipedia.org/wiki/Software a a service.

[2] “What is saas?” https://www.salesforce.com/saas/.

[3] M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. H. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. A. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, and et al., “Above the clouds: A berkeley view of cloud computing,” Computing, no. UCB/EECS-2009-28, 2009. [Online]. Available: http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.html

[4] G. Liu, “Research on independent saas platform,” in Information Management and Engineering (ICIME), 2010 The 2nd IEEE International Conference on, April 2010, pp. 110 –113.

[5] J. Ju, Y. Wang, J. Fu, J. Wu, and Z. Lin, “Research on key technology in saas,” in Intelligent Computing and Cognitive Informatics (ICICCI), 2010 International Conference on, june 2010, pp. 384 –387.

[6] J. Lee and S. J. Hur, “Level 2 saas platform and platform management framework,” in Advanced Communication Technology (ICACT), 2011 13th International Conference on, Feb. 2011, pp. 1177 –1180.

[7] C. D. Weissman and S. Bobrowski, “The design of the force.com multitenant internet application development platform,” in Proceedings of the 35th SIGMOD international conference on Management of data, ser. SIGMOD ’09. New York, NY, USA: ACM, 2009, pp. 889–896. [Online]. Available: http://doi.acm.org/10.1145/1559845.1559942

[8] W. Liu, B. Zhang, Y. Liu, D. Wang, and Y. Zhang, “New model of saas: Saas with tenancy agency,” in Advanced Computer Control (ICACC), 2010 2nd International Conferenceon, vol. 2, March 2010, pp. 463 –466.

[9] W. Sun, X. Zhang, C. J. Guo, P. Sun, and H. Su, “Software as a service: Configuration and customization perspectives,” in Congress on Services Part II, 2008. SERVICES-2. IEEE, Sept. 2008, pp. 18 –25.

[10] “Memcached,” http://memcached.org/.

[11] “Application database,,” http://msdn.microsoft.com/enus/ library/aa479086.aspx.

Сеитжанов Е.М., Елеукен Д.Ж., Сембина Г.К.

Мониторинг және sla бар мультитенантты saas-қосымшасын құру тәсілі.

Түйіндеме. SaaS (Software as a Service) - Бұл мақалада SaaS платформасының тұжырымдамалық архитектурасы ұсынылған, ол бірнеше SaaS қосымшаларын іске қосуға мүмкіндік береді. Бұлттық есептеулер платформасы Интернеттегі Сервистер үшін есептеулерде масштабталуын, қол жетімділігін және ұтымдылығын қамтамасыз етеді. SaaS көптеген техникалық мәселелермен байланысты. Олардың бірі-бір уақытта конфигурацияға қойылатын бірегей талаптарды бейімдей отырып, бірнеше ұйымдарға бағдарламалық қамтамасыз етудің бір данасына қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. Бұл мақалада біз негізгі бұлтты құрылымға байланысты емес, SaaS басқарылатын метадеректі архитектураны ұсындық. Ұсынылып отырған архитектура мониторингті, жалға алушыларды басқаруды, әкімшілендіруді, конфигурациясын және ірі Деректерді басқару қызметтерін қамтиды. Ұсынған архитектурада Memcached тұжырымдамасын пайдаландық және ол өнімділігін арттыру үшін барлық дерлік деректер базаларымен қамтамасыз етіледі.

Түйін сөздер: SaaS, мульти-аренда, облачные вычисления.

[1]M.M. Abdibattayeva, [1]K.S. Itzhanova, [1]B.B. Zhanibekov, [2]B.G.Almatova
([1]Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
[2]Baishev University, Aktobe, Kazakhstan
E-mail: maral7676@mail.ru)

DEVELOPMENT OF SAFE METHODS FOR PROCESSING PETROLIUM-CONTAMINATED WASTE

Abstract. The article deals with the problem of eliminating environmental pollution by oil-contaminated waste. It's suggested modern ways of improving technologies for oily waste utilization. The comparative characteristic of the essence, advantages and disadvantages, effectiveness of ways of waste recycling is described. A method for the safe processing of petrolium-contaminated waste using solar energy has been developed. Physical and chemical properties of the oil recovered from waste using solar system are determined.
Keywords: petrolium-contaminated waste, utilization, oil sludge, solar power

[1]М.М Абдибаттаева, [1]К.С Итжанова, [1]Б.Б Жәнібеков, [2]Б.Г. Алматова
([1]әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[2]Баишев университеті, Ақтөбе, Қазақстан Республикасы
E-mail: maral7676@mail.ru)

МҰНАЙ ҚАЛДЫҒЫН ҚАЙТА ӨҢДЕУДІҢ ҚАУІПСІЗ ӘДІСІН ЖАСАУ

Түйіндеме. Мақалада қоршаған ортаны мұнай қалдықтарымен ластауды болдырмау мәселесі қарастырылған. Мұнай құрамды қалдықтарды өңдеу технологиясын жетілдірудің заманауи жолдары ұсынылған. Қалдықтарды қайта өңдеудің мәні, артықшылықтары мен кемшіліктері, тиімділігі туралы салыстырмалы сипаттама берілген. Күн энергиясын қолданумен мұнай құрамды қалдықтарды өңдеудің қауіпсіз тәсілі жасалды. Гелиоқондырғы арқылы қалдықтан бөлініп алынған мұнайдың физико-химиялық қасиеттері анықталды.
Түйін сөздер: мұнай құрамдас қалдықтар, залалсыздандыру, мұнай шламы, күн энергиясы

Қазіргі таңда қоршаған табиғи орта компоненттерінің негізгі қауіпті ластаушы көздерінің бірі - мұнай қалдықтары – мұнай шламдары. Мұнай шламы мұнай өндіруге, тасымалдауға және өңдеуге тәуелді елдердегі өнеркәсіп қалдығының бір түрі және қоршаған орта үшін үлкен қауіптілік тудырады. Мұнай шламдарын өңдеу бүгінгі күннің басым міндеттерінің біріне жатады, бірақ, өкінішке орай, мұнай шламдарының көп бөлігі әлі де көмілуде. Мұнай қалдықтарын сақтау күрделі экологиялық проблемаларға әкеліп соғуда, дегенмен мұнай қалдықтарындағы мұнайдың бір бөлігі бағалы органикалық шикізат болып табылады.

Мұнай шламы - бұл негізінен мұнай өнімдерінен, судан, құмнан, саздан және т. б. тұратын көп компонентті тұрақты агрегативті жүйелер. Мұнай шламының пайда болуының негізгі себебі мұнай өнімдерінің ылғалмен, ауа оттегімен және механикалық қоспалармен физикалық-химиялық өзара әрекеттесуі болып табылады. Мұндай үдерістердің нәтижесінде бастапқы мұнай өнімдерінің шайыр тәріздес қосылыстардың пайда болуымен ішінара тотығуы орын алады. Мұнай қалдықтары құрамы бойынша өте әртүрлі және мұнай өнімдерінен, судан және механикалық қоспалардан (құм, саз, шайыр) тұратын күрделі жүйелер болып табылады. Бұл компоненттердің ара қатынасы өте кең ауқымда ауытқиды. Органикалық заттар орта есеппен 10-нан 56 % - ға дейін, су - 30-85 % мас., қатты қоспалар - 1-46 %. Оларға механикалық қоспалардың жоғары құрамының арқасында жоғары тұтқырлығы, ең бастысы, асфальтендердің, шайырлардың, парафиндердің және басқа да жоғары молекулалық компоненттердің басым бөлігі болып табылатын шламдардың жоғары агрегативтік тұрақтылығы тән [1].

Барлық мұнай шламдары үш топқа бөлінеді: топырақ (жер асты мұнай шламдары мұнай өнімдерінің топыраққа төгілуі нәтижесінде пайда болады), су асты (су қоймаларының түбіне мұнай төгілуінің есебінен қосалқы шламдар құрылады) және резервуарлық (сұйық қойма үлгісіндегі мұнай шламдары. Әртүрлі конструкциялы ыдыстарда көмірсутектерді сақтау және тасымалдау кезіндегі түзілген шламдар) типті [2, 3].

Бүгінгі таңда бар мұнай қалдықтарын (шламдарды) қайта өңдеудің барлық әдістемелері, оларды жекелеген компоненттерге бөлуге негізделген қағидаттар бойынша жіктеледі.

Осы көрсеткіш бойынша мұнай қалдықтарын өңдеудің мынадай түрлері бар: механикалық кәдеге жарату әдістері; биохимиялық ыдырау; физика-химиялық тәсілдер; термиялық әдістер;

Соңғы жылдары мұнай өндіруші кәсіпорындар өндіріске құрамында мұнай бар қалдықтарды кәдеге жаратуға бағытталған түрлі технологиялық шешімдерді енгізді. Залалсыздандыру және кәдеге жарату мақсатында оларды өңдеудің біріктірілген тәсілі жоқ екенін атап өткен жөн. Мұнайы бар қалдықтарды өңдеудің барлық белгілі технологиялары және олардың сипаттамалары 1 – кестеде келтірілген [5, 6].

Кесте 1. **Мұнай қалдықтарын қайта өңдеу және кәдеге жарату әдістерінің сипаттамасы**

Механикалық	Биохимиялық	Физико-химиялық	Термиялық
* Тұндыру * Гидроөңдеу * Ортадан тепкіш бөлу * Гидроциклдік әдістеме	* Бактериялардың арнайы штаммдарын қолдану арқылы биологиялық ыдырау * Биоремедиация	* флотация; * экстракция; * барабанды сепараторлардың көмегімен мұнай өнімдерін жинау	* оттегі жоқ ортада термиялық ыдырау (жағу) ; * өртеу * пиролиз
Әдістің негізгі артықшылықтары			
* Үлкен күрделі және пайдалану шығындарын талап етпейді * Экономикалық тиімді, қалдық судың құрамын 2-3 есеге төмендету * Салыстырмалы төмен шығындар, жоғары сенімділік дәрежесі	* Үдерісті қарқындату мүмкіндігі, болмашы күрделі және энергетикалық шығындар қажет * Топырақ жамылғысын қалпына келтіру	* Биобөлу, гравитациялық әдістер бойынша үдерістерді үдету мүмкіндігі, ортадан тепкіш өрісте бөлу * Тауарлық мұнайдың шығуы, топырақты кәдеге жарату мүмкіндігі	*Зиянсыздандырудың жоғары тиімділігі, көптеген қалдықтар үшін қолданылады *Жоғары ыдырау дәрежесі, ыдырау өнімдерін пайдалану мүмкіндігі
Кемшіліктері			
• Арнайы жабдықтар (гидроциклондар, сепараторлар, центрифугалар), қымбат жабдықтар қажет * Бөлу тиімділігінің төмендігі * Сүзілетін материалдарды ауыстыру және регенерациялау қажеттілігі	* Полигондарды ұйымдастыру қажеттілігі, температуралық жағдайларға қатаң тәуелділік * Үдерістің ұзақтығы, табиғи жағдайларға қойылатын талаптар * Маңызды дайындық қажет	* Реагенттердің жоғары құны, арнайы мөлшерлеу және араластыру жабдығы қажет * Жоғары пайдалану шығындары	* Жоғары материалдық, энергетикалық шығындар * Мұнай өнімдерінің толық жанбауы, атмосфераның жану өнімдерімен ластану қаупі * Үлкен жылу шығындары

Кәсіпорынның техникалық мүмкіндіктеріне, құрамында мұнай бар шламдардың сипаттамасына және оларды кәдеге жарату үшін экологиялық талаптарға байланысты жоғарыда аталған әдістердің бірі немесе олардың үйлесімі пайдаланылуы мүмкін.

Мұнай шламдарын қайта өңдеу әдістерінің мәнін, артықшылықтары мен кемшіліктерін талдаудан шыға отырып (кесте 1) және қалдықтардың құрамы мен қасиеттерінің ерекшеліктерін, әртүрлі шығу тегі бар мұнай қалдықтарын кәдеге жаратудың негізгі технологияларын бөліп көрсетуге болады.

Жоғарыда келтірілген мұнай құрамдас қалдықтарды өңдеудің термиялық әдістерінің бірі ретінде, күн энергиясын қолдану, мұнай құрамдас қалдықтарды өңдеуде қауіпсіз әдіс ретінде ұсынуға болады. Күн энергетикасы экологиялық таза, яғни нәтижесінде зиянды қалдықтар қалдырмайтын және сарқылмайтын энергия көзі.

Салыстырмалы түрде қарағанда күн энергетикасы энергия түрлендірудің жаңадан дамып келе жатқан бағыты. Бұл саланың қарқынды дамуы 2000 жылдың орта шегінде басталды. Әлемнің дамыған елдерінің, энергетика тұрғысынан, дәстүрлі отын түрлеріне тәуелділігінен құтылуға деген ұмтылысы, дәл осы саланың тез әрі қарқынды дамуына негіз.

Күн энергиясы жер бетінің кез-келген нүктесінде бар және Күннің жіберетін энергиясының көлемі шынында да орасан. Күн радиациясының келуінің потенциалдық мүмкіншілігі географиялық ерекшелігі мен орналасуына байланысты болады. Белгілі бір ауданның климаттық сипаттамасы, күн

сәулесінің түсуінің ұзақтығы күн энергиясын тиімді пайдалану мүмкіндігін нақтылауға айтарлықтай әсер етеді.

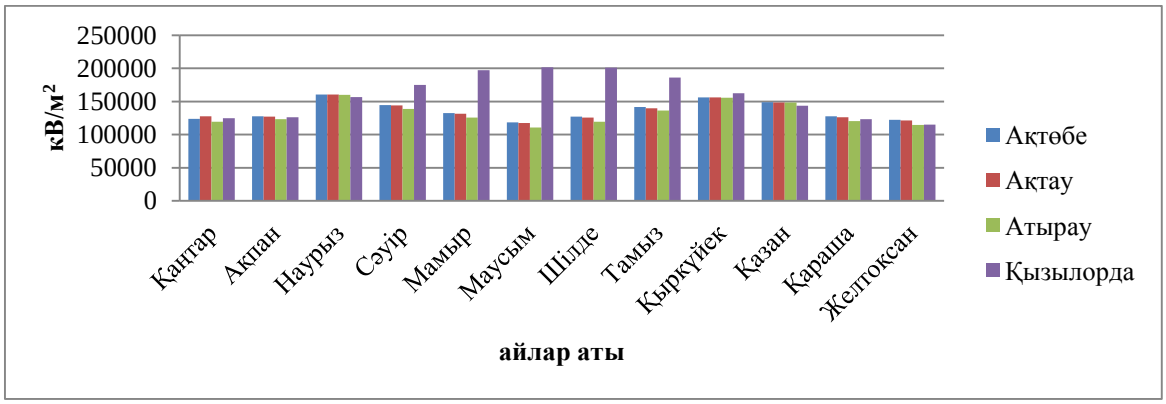
Күн сәулесі арқылы келетін энергиямен бүкіл адамзатты энергиямен қамтамасыз етуге болады. Гелиоэнергетиканы ғалымдардардың зерттеу жүргізуі әлі де толассыз ізденісті қажет етеді. Бұл дегеніміз гелиоэнергетика саласы толассыз дамитынын, бұл салада жаналықтардың көп боларын айғақтайды. Жылдан жылға гелиоэнергетиканы бәсекеге қабілеттілігінің артып келе жатқанын байқау қиын емес.

Күн энергиясын қолданудың тәжірибелік мақсатқа сәйкестігін анықтағанда, оның оңтүстік еңдіктегі тығыздығы 1-2 сағат аралығында 1 кВт/м^2 дейін жетеді. Жердің көпшілік аудандарында орташа сәуле ағынының тығыздығы 200-250 кВт/м^2 құрайды.

Күн энергиясының түсуінің жылдық орта мөлшері 1600 кВт сағ/м^2 құрайды. Қазіргі уақытта оны қолдану үшін үлкен масштабты төрт негізгі бағытта зерттеулер жүргізілуде:

- күн энергиясын тікелей фотоэлектрлік түрлендіру;
- жоғары потенциалды жылуды (t>200ºС) қолданушы күн электр станциялары мен пештер;
- төменгі потенциалды жылуды (t<100ºС) тікелей жылу мен суықпен қамтамасыздандыру ғимаратында, өндірісте және аз бірлік қуатты ауыл шаруашылық нысандарында қолдану.

Ақтөбе, Ақтау, Атырау аймақтарында күн энергиясының максималды ағыны көктем, күз айларында, яғни, күннің белсенділігі жоғары болған кезде болатындығын байқаймыз. Жылдық Күн әлеуеті – 1,7кВт сағ/м^2. Ал Қызылорда аймағы үшін күн энергиясының максималды ағыны жаз айларында күн белсенділігінің жоғары екенін байқаймыз. Жылдық күн әлеуеті - 1,9кВт сағ/м^2. Бұл күн энергиясы өте жоғары сондықтан да Күн энергиясын мұнай-газ саласында қолдану жеткілікті мақсатты шешім болып табылады.



1- сурет. Ақтөбе, Ақтау, Атырау және Қызылорда аймақтарының күн энергиясы мөлшерінің диаграммасы

Қарізгі таңда мұнай құрамды қалдықтарды термиялық залалсыздандыру әдісі кең таралуда. Бұл әдістің ерекшелігі – қалдықты алдын ала дайындықсыз өңдеп, экологиялық қауіпсіздеу өнім – әрі қарай залалсыздандырылған екінші ретті құрылыс материалдарын алу. Термиялық өңдеудің мақсаты: қоршаған ортаның қалдықтармен ластануын жою, олардың мөлшерін қысқарту нәтижесінде тигізетін зиянды әсерін жалпы төмендетуді қамтамасыз ету, мұнай қалдықтарының қауіптілік дәрежесін, оларды жинау және құрамындағы зиянды заттарды ыдырату, төмендету. Дегенмен мұнай қалдықтарын термиялық залалсыздандыру әдісі жүру барысында, жоғарыда атап өткеніміздей (1-кесте) бірнеше кемшіліктерді байқауға болады, яғни көп мөлшерде үлкен көлемде жылу мен энергияның жұмсалатындығын байқаймыз. Жоғарғы энергетикалық шығындарды болдырмау үшін қазіргі кезде ғалымдардың қатысуымен көптеген залалсыздандыру әдістері жарыққа шығуда. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетіні, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасында энергетикалық шығындардың алдын-алу, энергия және жылу түрлерін үнемді қолдану мүмкіншіліктерін қарастыру мақсатында ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізілді. Солардың бірігейі Күн сәулесінің түсуі арқылы топырақ құрамынан мұнай қалдықтарын шығару құрылғысы: күн энергиясын шоғырландырушы элементтермен жабдықталған қондырғы, цилиндр, радиатор, күн панелі, параболалы шоғырландырғыш, негізден тұрады (2- сурет).

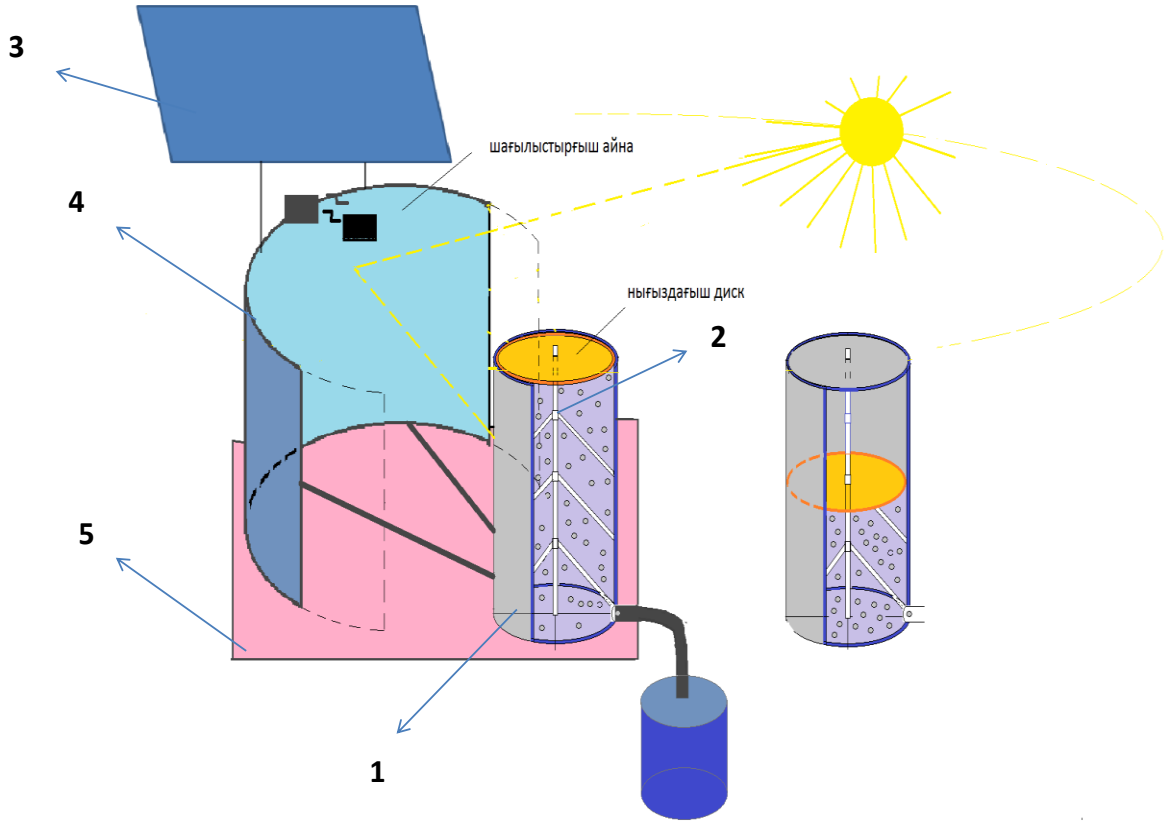
1. Цилиндр – металдан жасалған цилиндр тәріздес сыйымдылық. Цилиндр цилиндрдің ішінде жүретін өңдеу үдерісінің температурасын бақылайтын, термобериліспен жабдықталған, цилиндр қабатында беті айна тәріздес параболалы шоғырландырғыш орналасқан.

2. Радиатор - Радиатор мыстан жасалынған пружина тәріздес түтік. Радиатор өзектен және бекіткіш қалақшалардан тұрады.

3. Күн батареясы панелі –Күн панельдері (фотоэлектрлік немесе күн модульдері деп аталады) көптеген типте және өлшемде шығарылады.

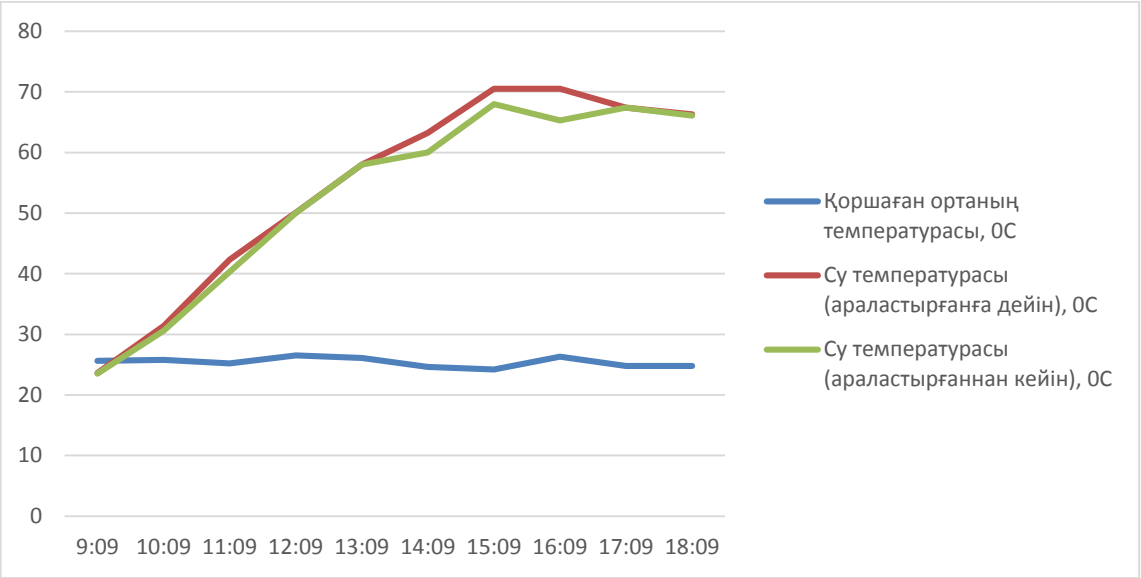
Параболалы шоғынландырғыш - *Параболоид шоғырландырғыш (концентратор)* – параболоид пішіндес болып келеді. Параболалық шоғынландырғыш күнді бағдарлағанда екі координата бойынша басқарылады.

Мұнаймен ластанған топырақтан мұнайды бөліп алу үшін топырақты 1:2 қатынасында сумен араластыру қажет. Күн энергиясымен қыздыру нәтижесінде шамамен 76-80°С температурада мұнай фракциялары бөліне бастайды. Гелиоқондырғы 220, 24 және 12 В электр потенциалында жұмыс жасайды. Негізгі жұмыс барысында басты ток аударғышты (переключатель), ал қосымша қуат қажет болған жағдайда күн панелінен энергия алатын қосымша ток аударғышты іске қосу қажет.



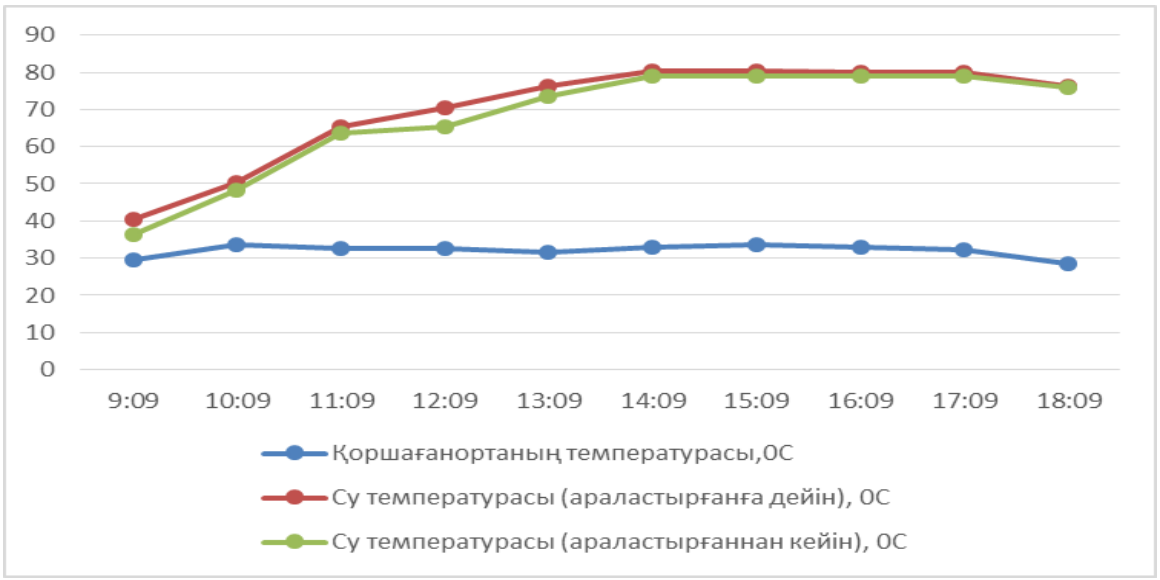
2- сурет. Гелиоқондырғы:
1 – цилиндр, 2 – радиатор, 3 – күн панелі, 4 – параболалы шоғырландырғыш, 5 – негіз

Гелио құрылғыны бос режимде сынау нәтижелері
Күні: 07 маусым
Климаттық сипаттамасы: Бұлтты
Тәжірибе сипаттамасы: сумен бос режимде, күн панелінсіз
Бұлтты ауа райында, күн панелінсіз суы бар гелиоқұрылғының күтілген режимінде бункер ішіндегі температура максималды түрде 70,5^{0}С -ге жетті.



3-сурет. Температураның өзгеру динамикасы

Күні: 07 шілде
Климаттық сипаттамасы: күнді
Тәжірибе сипаттамасы: сумен бос режимде, күн панелінсіз

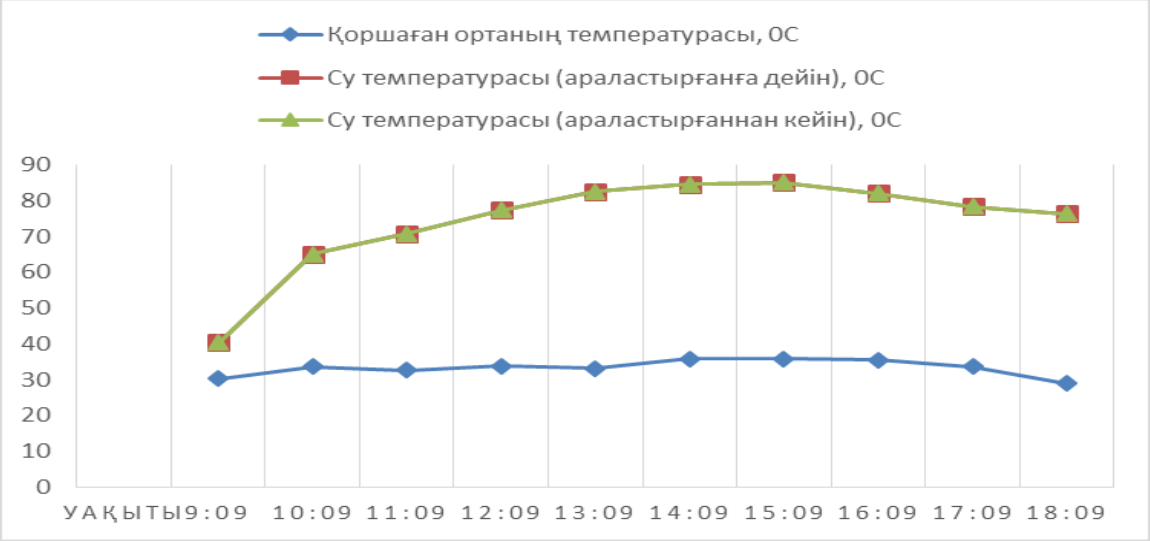


4-сурет. Температураның өзгеру динамикасы

Шуақты күндері судың максималды температурасы қосымша жинақталған энергияны қоспағанда 5-6 сағатта 80^0С дейін жетеді.

Күні: 29 шілде
Климаттық сипаттамасы: күнді
Тәжірибе сипаттамасы: сумен бос режимде, күн панелін қосқанда

Шуақты күндері күн панелін қосу арқылы судың қажетті температурасын 3-4 сағатта 70-80^0С – ге жеткізуге болады.



5-сурет. Температураның өзгеру динамикасы

Салыстырмалы түрде талдау жүргізу үшін сынақ екі тәсілмен жүргізілді:

1) күн энергиясын пайдалана отырып;
2) күн энергиясын пайдалана отырып, жинақталған энергияны күн энергиясымен үйлестіру.

Бірінші тәсіл күн энергиясын құрамында мұнайы бар қалдықтарды қыздыру үшін пайдалануға арналған. Екінші тәсілде құрамында мұнайы бар қалдықтарды қыздыру үшін қосымша жинақталған энергия қолданылған.

Топырақтан мұнайды ығыстыруға жағдай жасау үшін құрамында мұнайы бар қалдықтарды сумен араластырылған, содан кейін оларды құрылғыға орналастырып, күн энергиясын және күн энергиясымен бірге қосымша жинақталған энергияны қолдана отырып жеке-жеке қыздырған. Қыздыру нәтижесінде қалдықтардың көмірсутегі бөлігі топырақтан бөлінеді. Күннің термиялық әсерінің көмірсутектердің қасиеттеріне әсерін анықтау үшін қалдықтардың органикалық бөлігінің қасиеттері зерттелді.Қосымша күн энергиясын қолдану арқылы өңделгеннен кейін алынған көмірсутегі фазасы өзінің физика-химиялық сипаттамаларында тек қана күн энергиясын пайдалану арқылы оқшауланған көмірсутегі фазасынан ерекшеленеді.

Мұнайы бар қалдықтан бөлініп алынған мұнайды талдау нәтижелері 2- кестеде көрсетілген. Кестеден көріп отырғанымыздай, қосымша жинақталған күн энергиясын пайдалану кезінде хлорид тұздары, мұнайдың суланууы және күкірт мөлшері нормадан әлдеқайда жоғары, сондай-ақ бұл мұнайдың физико-химиялық қасиеттерінің өзгеруіне алып келеді.

Күн энергиясын пайдалана отырып топырақтан мұнай алу кезінде қолайлы жағдайлар жасалады. Келтірілген мысалдар бойынша құрамында мұнайы бар қалдықтарды тазалау өнімі, басқа мақсаттарға өңдеуге немесе пайдалануға болатын пайдалы көмірсутекті шикізатты білдіреді.

Күн энергиясын өз мақсатымыз үшін пайдаланудың болашағы зор. Ғалымдардың болжауынша 2050 жылға қарай күн энергиясы адамзаттың электр энергиясына деген 20-25%-дай қажеттілігін өтей алады.

Кесте 2. **Мұнай қалдықтарынан алынған мұнайдың физика-химиялық қасиеттері**

Қасиеттері әдістерінің атауы	20 °С. кг/м^3 тығыздығы	Жеткізілетін мұнайдың тығыздығы, кг/м^3	Хлорлы тұздардың мөлшері, мг/л	Мұнайдың суланғандығы %	Механикалық қосындылар құрамы	Күкірт құрамы
НҚ нормасы	830,0	833,7	100	0,5	0,05	0,6
1-әдіс	948,0	942,7	127,480	18,0	0,0349	0,168
2-әдіс	852,1	942,7	407,9	35,0	0,0394	0,265

Қазіргі уақытта әдістердің, сондай-ақ құрамында мұнай бар қалдықтарды тиімді залалсыздандыру және кәдеге жарату үшін олардың үйлесімді әдістерінің жеткілікті саны бар екеніне

қарамастан, Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында осы әдістер енгізу сатысында ғана тұр. Ұзақ уақыт бойы құрамында мұнай бар қалдықтарды жағуға артықшылық беріледі, алайда ол әрдайым экологиялық таза болып табылмайды.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында мұнай қалдықтарымен жұмыс істеу тәжірибесі оларды кәдеге жарату проблемасын кешенді шешуді көздемейді деген қорытынды жасауға болады. Көптеген Еуропалық елдер мұнай қалдықтарын пайдалану үшін ресурс үнемдейтін технологияларды бұрыннан енгізсе де, оларды неғұрлым сапалы өңдеу үшін ең инновациялық қондырғыларды қолданады, отандық кәсіпорындар бұл әдістерді қолдануға ұмтылмайды. Себебі мұнай өңдеу химия кәсіпорындары мен мемлекеттің алдында тұрған екі міндеттердің үйлесімділігі бойынша проблеманың болуы болып табылады: өңдеу үдерісінен экономикалық пайда алу және сонымен бірге табиғи геожүйелердің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Кәсіпорындар деңгейінде оны шешу үшін мұнай қалдықтарымен жұмыс істеу үдерісіне мынадай тәжірибелерді біртіндеп енгізу талап етіледі: олардың қалыптасуын азайту; экологиялық қауіпсіз айналым; әрбір топты кәдеге жаратудың немесе залалсыздандырудың неғұрлым ұтымды тәсілдерін қолдану мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін оларды құру сатысында топтарға барынша бөлу; қалдықтарды ресурс айналымына тарту үшін экономикалық қолжетімді және техникалық жүзеге асырылатын жеке технологияларды әзірлеу. Мемлекеттік бақылаушы органдар тарапынан мұнай-химия компанияларының мұнай қалдықтарын кәдеге жарату рәсімдеріне бақылауды және қоршаған ортаны ластағаны үшін әкімшілік жауапкершілікті қатаңдату қажет. Осылайша, уақыт өте келе, біз қалдықтарды басқарудың неғұрлым сауатты жүйесіне өтіп, еліміздің және жалпы ғаламшардың экологиясына зиянды әсер ету деңгейін төмендете аламыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Трубникова Н.В. Методы переработки и использования нефтешламов на НПЗ; Переработка и использования отходов побочных продуктов нефтеперерабатывающих заводов/ сб.науч.тр. ЦНИИТЭнефтехим.- М., 1988.

[2] Анализ способов утилизации нефтесодержащих отходов и разработка нового комплексного способа утилизации нефтешламов резервуарного типа. Тимошин А.Ф., Николаев А.П., Нитяговский А.М., Ложкина Д.А.Инженер-Эксперт, Ооо Научно-Технический Центр «Экспертиза», Пенза-2016

[3] Колобова Е.А., Ложкина Д.А. Отходы нефтеперерабатывающей промышленности и способы их обезвреживания / В сборнике: Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2 томах. – 2015.

[4] Проблема переработки и утилизации нефтяных шламов. А. Р. Кудеева, Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

[5] Современные способы обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов для ликвидации загрязнения окружающей среды. Литвинова Татьяна Андреевнаканд. техн. наук, доцент. Научный журнал КубГАУ, №123(09), 2016

[6] Проблема обезвреживания нефтешламов/ Маркелова Надежда Леонидовна кандидат технических наук,доцент кафедры охрана труда и природы, Ярославский государственный технический университет.ngurileva@yandex.ru

[7] Цгоев Т.Ф. Иликоев Г.В. Методы утилизации нефтесодержащих отходов // Труды молодых ученых. –Владикавказ, – 2011.

[8] Утилизация нефтесодержащих отходов и применение их в строительной отрасли. Курамшина Наталья Георгиевна, профессор,“Young Scientist” . # 30. D-2016

[9] Грошева, М. А. Инновационно-инвестиционное обеспечение переработки нефтесодержащих отходов: Автореф. дисс. доктора экон. наук / М. А. Грошева. − Самара, 2006.

[10] Шламы нефтяные // Нефтегаз. [Электронный ресурс]. http://neftegaz.ru/ (дата обращения 15.05.2015). 134

[11] Физико-химические методы исследования нефтяного шлама. [Электронный ресурс]. http://knowledge.allbest.ru/chemistry/ (дата обращения 15.05.2015).

[12] Утилизация нефти и мусора // ITOPF, United Kingdom. [Электронный ресурс]. Режим лоступа : www.itopf.com/ (дата обращения 15.05.2015).

[13] Черняховский Э. Р., Шкидченко А. Н., Юматова О. А., Чушкина З. Ю. Применение различных технологий при ликвидации последствий аварийных разливов нефти, нефтепродуктов и продуктов переработки нефтесодержащих отходов//Защита населения и территории от чрезвычайных ситуаций. 2003. № 2.

[14] Полякова С.Е. Оценка доступного потенциала солнечной энергии над территорией Казахстан. 25.00.30-метеорология, климататология, агрометеорология: автореф. дис. на соиск. учен.степ.канд. геогр.наук-2003.

[15] Молекулярные полупроводники. Фотоэлектрические свойства и солнечные элементы:переводное издание /Пер. Санг Б.Б.Страумала; Под ред С.А. Бразовского – М..Мир, 1988.

[16] Вейнберг В.Б.Оптика в установках для использование солнечной энергии:монография – М.Оборонгиз,1959.

Абдибаттаева М.М, Итжанова К.С., Жәнібеков Б.Б., Алматова Б.Г.

Разработка безопасных методов по переработке загрязненных нефтеотходов

Резюме. В статье рассмотрены проблемы предотвращения загрязнении нефтесодержащими отходами окружающей среды. Рекомендованы современные методы переработки нефтесодержащих отходов. Даны сравнительные описания эффективности, преимуществ и недостатков переработки отходов. Разработан метод безопасной переработки нефтесодержащих отходов с использованием солнечной энергии. Определены физико-химические свойства нефти излеченной из отходов с помощью гелиоустройство

Ключевые слова: нефтесодержащие отходы, утилизация, нефтешлам, солнечная энергия

УДК 622.233.39

М.К. Татыбаев, В.В. Поветкин, Р. Жолмырзаева
(Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ В ТЕРМОИНСТРУМЕНТАХ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Аннотация: Вместо сложных систем подачи горючего, окислителя и охлаждающей воды, как это имеет место при использовании керосино-кислородных горелок, используется воздушный компрессор, емкость для горючего и терморезак. Работающие таким способом термоотбойники, расходуют часть воздуха на охлаждение сопла, выбрасывая его в атмосферу, что снижает экономичность прибора. Целью исследовании является устранения указанного недостатка, была разработана новая конструкция термоинструмента. Экономичность и производительность его повышена за счет использования всего подаваемого воздуха в процессе окисления горючего.

Ключевые слова: терморезак, горные породы, добыча, рабочий орган, горелка, конструкция машин.

Развитие камнеобрабатывающих отраслей промышленности рассматривается как одна из перспективных задач экономики Республики Казахстан, решение которой возможно за счет внедрения совершенной технологии и высокопроизводительного оборудования. Существенный прогресс в технологии добычи и обработки крепких горных пород из гранитов был достигнут после появления огнеструйного (термического) способа разрушения горных пород.

Основы теории реактивных горелок для термического бурения, различных методики их расчета и выбора конструктивных параметров изложены в работах известных ученых А.В. Бричкина, М.И.Великого, И.П. Голдаева, А.П. Дмитриева, Е.Л. Полевечека, А.З.Ягупова, А.В.Болотова, Б.Р. Ракишева, Ю.Н.Бабина, А.Н.Генбача.

Огнеструйные камнерезные установки применяются в горнодобывающих отраслях США. Великобритания начиная с 60-х годов прошлого века [1]. Такие установки в качестве окислителя используют кислород,обеспечивающий производительность от 1,35 до 1,5 м^2/ч реза камня, а производительность бензовоздушных резаков – от 0,5 до 0,8 м^2/ч.

Исследованиям огнеструйного способа направленного разрушения горных пород посвящен ряд работ МВТУ им. Н.Э.Баумана, института Гипрорудмаш, Харьковского авиационного института геотехнической механики, Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева и ряда других организаций.Огнеструйный способ разрушения обеспечивает резание и обработку горных пород на современном уровне с высокими скростями. Так, производительность резания кислородно-керасиновым горелками достигает 1,3 м^2/ч, а бензовоздушной – 0,8 м^2/ч [2].

До широкой эксплуатации терморезаков, предназначенных для прорезания щелей непосредственно в массивах горных пород, проходка разрезных и врубовых траншей производилась буровзрывным способом с применением бризантных взрывчатых веществ (аммонита). При взрывах имели место значительные потери камня за счет трещинообразования, приводящего к нарушению прочности и блочности основного массива.

На Майкульском (Республики Казахстан) и Янцевском (Украина) гранитных карьерах применяется технология добычи блоков с использованием термической резки. Разрезные и врубовые траншеи в массиве прорезаются двумя вертикальными цаслями на глубину залегания пласта (до подошвы уступа). Терморезаки позволяют прорезать щели глубиной до 4,5...5.0 м и шириной 0,15....0.20 м. Гранит из межщелевого пространство извлекается в виде блоков взрывом пороховых зарядов. Затем производится его последующая разделка на заготовки.

Внедрение технологии добычи блоков с использованием термической резки на ведущих камнеобрабатывающих предприятиях Украины и Республики Казахстан показало, что породы большинство месторождений хорошо разрушаются воздушными газоструйными термоинструментами с приемлемой для практики скоростью. Средняя проиводительность резания состовляеть 0,65 м^2 щели в час. Огнеструйная проходка щелевых выработок применяется на карьерах США, Франции. В основном используются ручные терморезаки. Иногда при проходке глубоких выроботок применяется малая механизация, когда управлениее терморезаком осуществляется вручную, а сам терморезак подвешен на гибком троссе.

Разрушение горных пород происходит при соответствующих затратах энергии, и удельный расход ее является универсальным физическим показателем, который характеризует свойства пород и условиях их разрушения. Известные энергетические показатели прочности не дают стабильных результатов при количественной оценке реальных технологических процессов. Они выражают связь между расходуемой на разрушение энергией и обьемом разрушаемых тел или их поверхности. При этом предполагается, что подводимая к породе энергия польностью расходуется на упругую деформацию или образование новых поверхностей.

Изменение прочности пород в интервале от комнатной температуры до 600^0 С имеет различный характер в зависимости от свойств пород: у одних пород омечается монотонное увеличение прочности, у других они почти не изменяются, а у ряда пород первой группы наблюдается некоторое снижение прочностных показателей при температуре до 160^0 С. В соответсвии с этим считается, что безусловный эффект разупрочнения пород можно обеспечить только при нагреве их свыше 800^0.

Для каждой породы в соответствии с ее минералогическим составом имеется своя критическая температура в интервале 20^0....600^{0}С, превышение которой приводит к уменьшению прочности. Максимальная прочность некоторых образцов может превышать прочность при комнатной температуре в 1,2....2 раза и более, в то время как в других породах прочнсть в интервале температур 20^0...600^{0}С меньше, чем при комнатной температуре.

Сопоставление характера изменения значений прочности, определяемых при сжатии и растяжении образцов, показывает, что при прочих равных условиях увеличение температуры более существенно снижает прочность породы в том случае, когда в процессе разрушения преобладающими являются девормации растяжения.

Вопросам распределения полей термических напряжений, возникающих в горных породах применительно к описанию процесса термического разрушения горных пород, по результатам решений, несвязанных квазистатических задач термоупругости, посвящен ряд работ [3,4].

В процессе нагрева напряжения σ_x и σ_y оказываются сжимающими, а по величине они являются монотонно убывающими функциями координаты z и монотонно возрастающими функциями времени. Наибольшие по величине значения напряжений достигаются на границе полупространства.

В результате анализа сложнонапряженного состояния, возникающего в горных породах при локальном нагреве поверхности, ряд авторов обратили внимание на то, что разрушение может происходить под действием растягивающих напряжений, так как предел прочности пород на растяжение на один - два порядка ниже, чем при сжатии. Так, работами А.В. Бричкина и др. [41] показано, что соотношение максимальных значений растягивающих и сжимающих напряжений зависит от относительного коэффициента теплоотдачи $H = \frac{h}{\lambda}$ и глубины проникновения тепла L.

При HL=1 $\sigma_{раст}$: $\sigma_{сж}$=0,52, а при HL=20 $\sigma_{раст}$: $\sigma_{сж}$=0,3. На рисунке 1 показан характер изменения

максимальных растягивающих напряжений во времени и эпюра температурных напряжений в нагретом слое породы.

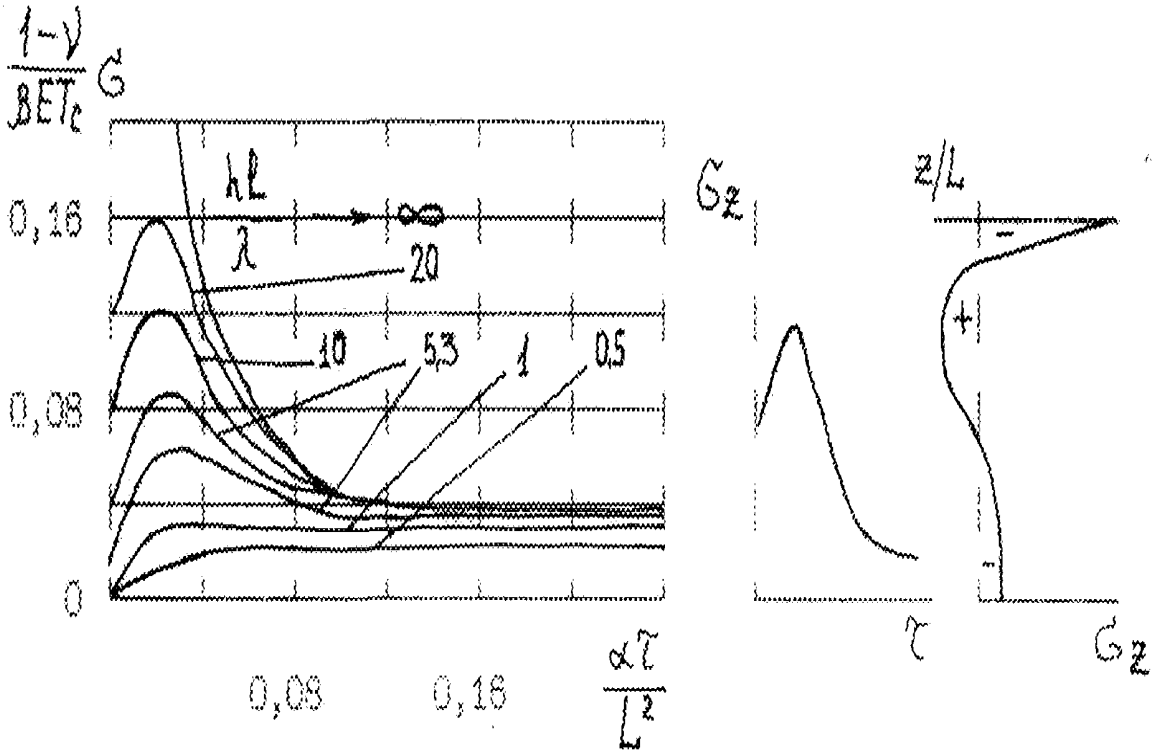


Рис. 1. Характер изменения максимальных напряжений во времени и эпюра температурных напряжений в нагретом стержне

Как видно, у нагреваемой поверхности находятся максимальные напряжения сжатия, которые на некоторой глубине переходят в напряжения растяжения, а дальше (после достижения максимальных значений) они уменьшаются и снова переходят в слабые напряжения сжатия. Характер изменения максимальных растягивающих напряжений во времени в зависимости от режимов теплового воздействия также весьма специфичен. Отмечается, что интенсификация процесса разрушения может быть достигнута не путем повышения температуры струи, а в большей степени увеличением коэффициента теплоотдачи.

Нами разработан лабораторный образец в соответствии с техническим заданием спроектирован и изготовлен лабораторный образец машины новой конструкции – установки термической резки камня. К техническим требованиям отнесены требования конструктивной простоты, ремонтопригодности, безопасности в работе, которые обеспечат высокую производительность работы новой конструкции машины. По техническому заданию установка для термической резки камня состоит из резака термического, соединительных труб, компрессора, системы подачи топлива и воздуха, транспортно-подающей системы. Обоснованы силовые характеристики установки, в том числе, обеспечивающие скорость резки по граниту не менее 50 мм/мин. К транспортно-подающей системе предъявляются требования по размерам рабочего пространства: длине горизонтального перемещения не менее 4000мм, и не более 20000 мм; величине вертикального перемещения не менее 6000мм, поворотам резака в вертикальной плоскости не менее 180^0. Для установки необходим электромеханический привод, обеспечивающий заданные скорости перемещений со ступенчатым регулированием. Масса резака не должна превышать 20 кг. По требованиям надежности - установка должна эксплуатироваться при любых погодных условиях на открытом пространстве не менее 12 месяцев. По требованиям технологичности установка изготавливается на универсальном металлорежущем оборудовании с применением доступных материалов и комплектующих. По требованиям безопасности установка должна быть безопасной в обращении, для работы с ней необходимо специальное обучение и допуск к работе.

В качестве рабочего органа нами были разработаны новые конструкции термодинамических инструментов ТРВ-60 и ТРВ-80, сборочный чертеж которого изображен на рисунке 1.2.

Рабочий орган новой конструкции машины для резки щелевых выработок в массиве горных пород при отбойке блочного камня состоит из резака термического, соединительных труб, горелки и распылителя.

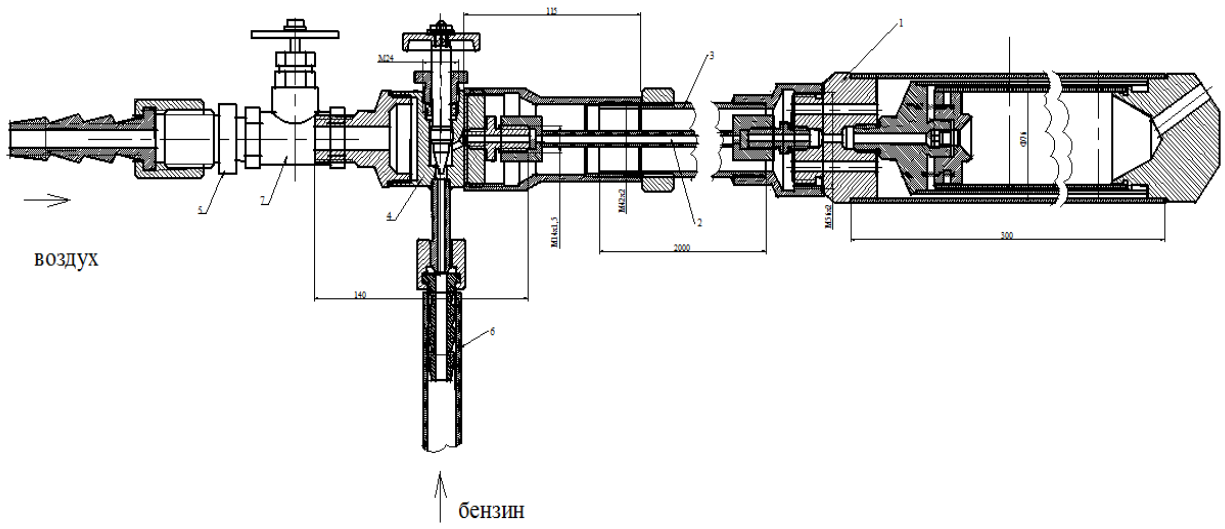


Рис. 1.1. Конструкция термодинамического рабочего органа машины ТРВ-60

В результате испытаний была установлена длина факела горелки – 25 см, производительность по объемной обработке 4000 см^3/ мин как представлено на рисунке 1.1.

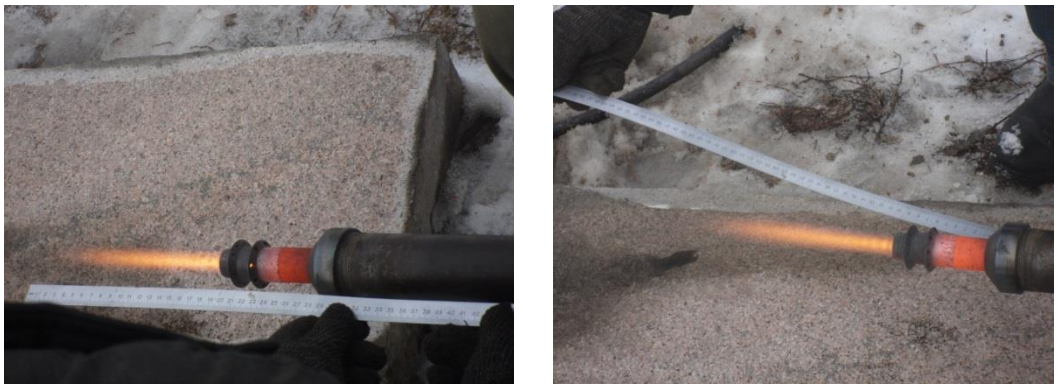


Рис. 1.2. Определение длины факела горелки терморезака

Термоинструмент ТРВ – 20/22 с насадками в результате испытаний показал высокую надежность в работе, легкость и стабильность запуска. Были испытаны 3 вида насадок с перфорированными отверстиями и дожиганием горючего в эжектируемом воздухе, результаты испытаний подтверждены актом испытаний (приложение Е).

Принципиальная схема термоинструмента ТРВ 20/22 с эжекционными насадками может быть положена в разработку конструкции промышленных образцов термоинструмента для обработки и резки гранитных блоков с целью создания рабочего органа машины для резки щелевых выработок и внедрения их в производство.

Отработку конструктивных параметров опытных образцов термоинструмента – ТРВ 20/22 с насадками и создание рабочего органа машины для резки щелевых выработок терморезаками продолжить в производственных условиях на карьере.

Конструкционная схема термобура – БВР 20/22 с эжекционными насадками может быть положено в разработку конструкции промышленных образцов термоинструментов для обработки и резки гранитных блоков и создание рабочего органа машины для резки щелевых выработок и внедрение их в производство. Предложенная конструкция БВР 20/22 может быть рекомендовано для внедрения в производство, для обработки крупных пород и проведения щелевых выработок.

Испытания детонационной горелки показывают ее перспективность; целесообразным является промышленная разработка и внедрение в практику производства для бурения и обработка крепких горных пород подобных термоинструментов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ракишева Б.Р., Бабин Ю.Н., Шерстюк Б.Ф., Бобович В.С. Техника и технология добычи гранитных блоков. – М.: Недра, 1989.

[2] Голдаев И.П. Основы теории газоструйных инструментов.- В кн.: Новые физические методы разрушения минеральных сред. –Л.: Недра, 1970, с.66-75.

[3] Аксель А.М., Бабин Ю.Н., Поветкин В.В. Механизация изготовления гранитных изделий // ВНИИНТ И,. Серия «Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов». Вып.10.- М., 1978, с.21.

[4] Добыча блоков горных пород средней и высокой крепости / Б.Р.Ракишев, Ю.Н.Бабин и др.- Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1990.

[5] Поветкин В.В. Огнеструйная обработка гранитных блоков. –Алматы,2001. 145 с.

[6] Поветкин В.В., Алипов К.С., Поветкин А.В. Способ обработки блоков из крепких горных пород. Инновационный патент № 21453 от 15.07.2009, бюл. №7.

Татыбаев М.Қ., Поветкин В.В., Жолмырзаева Р.

Тау жыныстарын бұзу үшін қолданылатын термоқұралдағы жану процесінің қарқынданууы

Түйіндеме. Тас өңдейтін өндірістерде ТРВ бензоауалы термокескішті қолдану үлкен сұранысқа ие. Бензоауалы газды ағынды құрылғының дайындау жүйесі және қызмет көрсету жолдары өте қарапайым болып табылады. Оттекті – керосинді термокескіштен артықшылығы жүйедегі күрделі жағар май және суытатын су, тотықтырғыштар орнына, ауалы компрессор, жағар май ыдысы және термокескіш ғана қолданылады. Осындай әдіспен жұмыс істейтін термокескіш ауаның бір бөлігін атмосфераға шығарып құрылғыны суытады, осы себептен құрылғының тиімділігі төмендейді. Мақалада осы жетіспеушілікті болдырмау мақсатында жаңа конструкциялы термоқұрылғы дайындалды. Құрылғының тиімділігі және өнімділігі жағар майдағы тотығу процесіндегі берілетін ауаға байланысты артады.

Кілт сөздер: термокескіш, тау жыныс, жұмыс органы, өңдеу, жанғыш құрылғы, машина конструкциясы

B. Aitchanov,O. Baimuratov, N. Abdinurova, D. Turanov, A. Selbayev
(Suleyman Demirel University, Kaskelen, Almaty, Kazakhstan)

ANALYSIS OF QUANTUM SYSTEMS AND ITS APPLICATION IN THE FORMATION OF A TOKEN

Abstract This paper includes information about work done on research, such as learning principles of quantum cryptography technologies, basic logical gates and key terms such as superposition, entanglement and teleportation. It also discusses possible ways of integrating quantum technologies to classical cryptographic systems, such as generating tokens based on qubits. Qubits formed and exchanged between 2 parts of communication have been tested for 2 attempts of hacking. The possibility of having successful attack on such channel or being compromised have been evaluated during experiments.

Key Words: Quantum Systems, Qubit, Quantum Key Distribution, Token

Introduction

The main task of information security is to ensure that the transmitted data, including message or login/password pairs are not able to be decrypted even in case of eavesdropping attack. To solve this problem, scientists have created many algorithms for cryptography. Since the creation of the first encryption algorithm has passed about a century, today, due to the evolution of the latest technology, they are not secure enough.

In previous part of doctoral scientific progress report, we've analyzed several encryption algorithms and made research on possibility on of integrating them with quantum systems. As a conclusion, AES algorithm was recognized as strongest and most appropriate one. Even the public-key encryption algorithms such as RSA, where security based on complexity of revealing pair of numbers from their product, and which was acknowledged as strong enough can be broken using quantum technologies with Shor's algorithm[1].

In general, quantum technologies have several areas of research: quantum key distribution, quantum computing and quantum encryption, etc. Usage of some of them is given in the Figure 1 and statistics of researches in this area for last 3 years is given in the Table1.

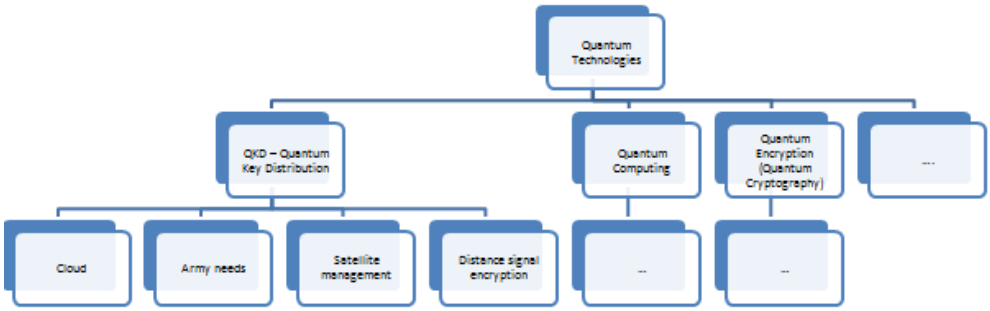


Figure 1. Quantum Technologies fields

Table 1 **Number of articles about Quantum Technologies sciences**

Field	Number of articles for last 3 years.(IEEE)
QKD	457
Quantum Computing	1989
Quantum Encryption	542

Background of Literature Review

Quantum key distribution is the widely used and most studied area of quantum technologies. Firstly introduced in 1984, algorithm of key exchanging based on quantum bits properties. It is not possible to make a perfect copy of an unknown quantum state [2], because information in that case will be destroyed by eavesdropper. Perhaps the reader would remember the Heisenberg uncertainty principle: if one measures the precise position of a particle, all information about its momentum is lost, and vice versa. By 1984, Wiesner's idea was developed by Charles Bennett and Gilles Brassard in a more practical form: now, quantum states of photons propagating through an optical channel encrypted a key. Let's see how a secret key can be sent over an open channel in the BB84 protocol. The sender, commonly called Alice, transmits a sequence of photons to the receiver, commonly called Bob (Fig. 2). Alice prepares each photon in one of the four linear polarizations: horizontal or vertical (belonging to the horizontal-vertical basis), or one of the two 45° diagonal ones (belonging to the diagonal basis).

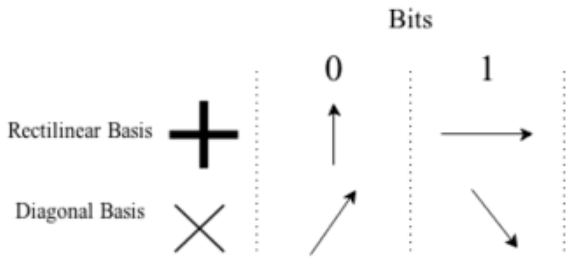


Figure 2. Photon Polarization

It is agreed that one of the polarizations in each basis represents bit 0 and the other bit 1. For each photon, Alice chooses the basis and bit value at random. Bob tries to measure the polarization of each photon, choosing at random between the horizontal-vertical and diagonal measurement basis. Bob's measurement apparatus for each basis can, for example, be a birefringent prism separating the incoming photons into orthogonal polarizations, followed by a pair of single photon detectors. Bob has only one attempt at measuring polarization, because in the process of measurement the photon is destroyed. He remembers his basis and the result of measurement. After a certain number of photons has been transmitted, Alice and Bob talk to one another via a conventional communication channel, e.g., via an internet connection, and publicly compare the transmission and detection bases for each photon (but not the bit values). In approximately half the cases Bob has happened to detect the photon not in the basis in which it has been transmitted. In these cases, his detection result is random and uncorrelated with Alice; these bits are discarded from the key. In the remaining half of

the cases, 12 Bob has detected the photon in the same basis in which it has been transmitted by Alice. In these cases, Bob gets the same bit value as Alice; these bits form a secret key now shared between Alice and Bob.

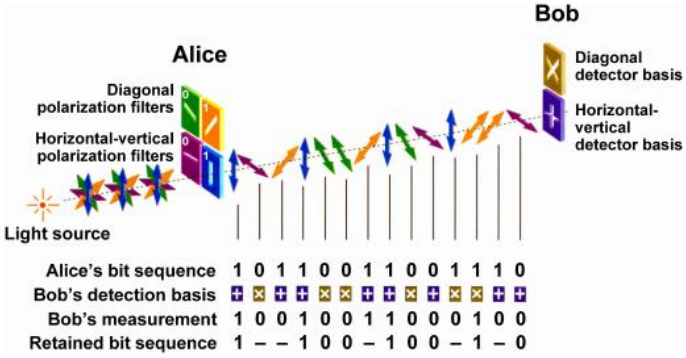


Figure 3 Quantum Key Distribution

The bit is the smallest unit of classical information measurement. In quantum cryptography field, we use quantum bit - qubit, and it is described mathematically by a vector of length one in a two-dimensional complex vector space. We can write any state on one qubit as a $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$, where the states $|0\rangle$ and $|1\rangle$ form a basis for the underlying two-dimensional vector space, and where α, β are complex numbers satisfying $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$. If neither α nor β are zero, then we say that $|\psi\rangle$ is in a **superposition** (linear combination) of both $|0\rangle$ and $|1\rangle$. The quantum state of two or more qubits can be described by a tensor product. Hence, the four basis states for two qubits are $|0\rangle\otimes|0\rangle$, $|0\rangle\otimes|1\rangle$, $|1\rangle\otimes|0\rangle$, $|1\rangle\otimes|1\rangle$ which is usually abbreviated as $|00\rangle$, $|01\rangle$, $|10\rangle$, $|11\rangle$. Extending the concept of superposition to multiple qubits, we see that a system of n qubits can be in any superposition of the n-bit basis states $|00 \ldots 0\rangle$, $|00 \ldots 1\rangle$. . . $|11 \ldots 1\rangle$. Hence, an n-qubit state is described by 2n complex coefficients. In case of bipartite quantum states shared among Alice and Bob, subscripts can be used to indicate which player holds which qubits. For instance, the 2-qubit state $|0\rangle A \otimes |0\rangle B = |00\rangle AB$ means that Alice and Bob both hold a qubit in state $|0\rangle$ [1]

Like in classical systems, there are also several types of gates in quantum systems also. But, unlike classical gates, which can be both reversible (NOT) and irreversible (OR, AND), quantum gates have to be reversible because the interaction of subatomic particles must be symmetrical in time.

*PAULI Gates/Matrices***.** Three common single-qubit gates are expressed mathematically as Pauli matrices, which are 2x2 matrices [9]. These gates can be applied to a single quantum bit (a 2x1 column vector). The Pauli matrices are expressed below:

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$Y = \begin{bmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

where *i* is the representation of complex numbers. All three of these gates perform a specific function in quantum computation and information. The gates are often denoted as *X*, *Y* and *Z*, respectively.

Purpose of X gate is same as NOT gate's functionality in classical systems, i.e. returns output 1 for input qubit 0 and vice versa. The *Z* gate acts on a 1-qubit system by leaving the qubit in the basis state $|0\rangle$ unchanged and performing a sign flip on everything else, as shown in the following mapping:

$|0\rangle \rightarrow$ no state change

$|1\rangle \rightarrow$sign flip change

Hadamard Gate

The Hadamard gate is a very important quantum gate often used in quantum circuits because of its ability to place qubits in a superposition. In quantum information processing, the Hadamard transformation, more often called Hadamard gate, is a one-qubit operation that transforms either basis state into an equal

superposition of both basis states. In other words, there is an equal probability of measuring either basis state. Mathematically, a Hadamard gate is expressed as follows:

$$H = \sqrt{1/2}\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & -1\end{bmatrix} \quad (4)$$

CNOT Gate

The controlled NOT gate is a reversible gate often written as CNOT. This gate starts with two inputs and yields two outputs. With a CNOT gate, two parts must be understood, the control bit and the target bit. The control bit (top) is shown as a solid dot, and the target bit (bottom) is represented by the symbol &, known as the exclusive-or operator (XOR).

If the control bit input is a $|0\rangle$ then the target bit will be unchanged. However, if the control bit is a $|1\rangle$ then the target bit will flip.

CNOT gate matrix:

$$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\\ 0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}$$

Toffoli Gate

The Toffoli gate is very similar to the CNOT gate; it is actually a controlled-controlled NOT gate. The Toffoli gate has two control bits and one target bit.

Toffoli gate matrix:

$$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}$$

Swap Gate

The Swap gate does exactly what it names implies: it swaps two qubits and can be represented by the following matrix, where the 1s in rows 2 and 3 trigger the *'swapping'* mathematically.

Swap gate matrix:

$$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}$$

Fredkin Gate

The Fredkin gate, is same as a controlled swap with 3-qubits input, where one qubit is the control qubit, and the other two qubits are the target qubits, which may or may not be swapped depending on the control qubit. If the control qubit is $||0\rangle$, then there is no change, and the two target qubits are not swapped. On the other hand, if the control qubit is $|1\rangle$ then the target qubits will swap states.

Fredkin gate matrix:

$$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}$$

Quantum **entanglement** is a property of quantum mechanics where two or more quantum bits, are linked together in a fundamental way; a change in the environment of any of them will directly affect the other particle.[4]

Having this knowledge we can start thinking about new ways to create secure system using quantum technologies. Any of these gates can serve as bit transformer and used for encrypting data. As instance, the authors in [5] presented an encryption schema using third part for decrypting and matching messages from both sides and avoided using one time pad techniques explaining it that it was impossible to resist to eavesdropping attack. Pauli-Y gate, Fredkin gate and Hadamard gates have been implemented in order to enhance the security of the encryption algorithm. The primary objective of this scheme is generating a digital signature using quantum technologies. A digital signature is considered an authentication mechanism that allows the sender of the message to add a code that serves as a signature. Quack - quantum MATLAB simulator, have been used for simulation of this work. Authors could encrypt, decrypt, match, and send the Quantum data among all parties of communication. The third party also was able to check and match the messages received from Bob and Alice.

Authors [7] compare two protocol BB84 and SARG04, that tolerate using no only single-photon sources, but and two-photon sources. SARG04 protocol tolerates a higher bit error rate than BB84. Explain using the decoy-state method for achieving secure of long distance. For SARG04 protocol made an endeavor to study in different situation, for example provide upper and lower bounds of the bit error rate with two-way classical communications for single-photon source and for two-photon sources. And additional they briefly review an entanglement distillation protocol (EDP) and its relation with the security of QKD, where we especially review the security proof of BB84 by Shor and Preskill. And yet they explain how SARG04 works and construct an EDP protocol that is equivalent to SARG04 protocol. They furthermore mention the property of the density matrix in the EDP protocol for the later convenience. Thirdly, they explain the key generation rate for BB84 and SARG04, assuming realistic devices and one-way classical communications. Next, they describe the decoy method in BB84 and SARG04. Finally, they review QKD with two-way classical communications.

On more paper about scheme based on mesoscopic coherent states often called “Y-00 protocol” has an average photon number of 100-1,000 photons per pulse. Y-00 protocol has robust safety level if it used microscopic coherent states, on really this reason need high performance for implementation and for this reason usual its used mesoscopic ones. They try briefly to show the simplest of cryptography attack to Y-00 protocol. Mesoscopic coherent states of the protocol allow implementation Quantum Key Expansion more than one photon and resist the noise in the channel which uses for realization Quantum Key Distribution. Y-00 protocol uses the secret key for quantum modulation and de-modulation in a quantum channel for expansion of the key.

In addition, the level of qualification required to implement the agreement must be consistent with the level of traditional optical systems. If the protocol is almost physically secure, the Y-00 protocol is a fast and easy-to-implement cryptographic encryption system.[8]

One research work is based on the way to integrate classical GSM card with quantum technologies such a way, authors described the E91 protocol that is based on the two entangled particles shared from a source to Alice and Bob to distribute a secret key. Authors tried to propose quantum authentication protocols for mobile networks using quantum technologies methods. They proved the possibility of authentication of copied SIM cards that are sometimes provided to eavesdrop on the original SIM cards and prevent them from entering the network. It was researched that whenever the original SIM card and its copy simultaneously request entry to the network then the network can detect the existence of a copy and then can delete both of them. The one more protocol explained is based on the use of quantum memory embedded on the SIM card, and used of a source of two particles entangle state with Bell-state. As a conclusion, these two protocols can be a good way to authenticate the SIM cards that been copied, in the next generation of mobile networks. [6]

After learning ways of combining quantum technologies with classical ciphering systems, it was decided to learn structure of tokens, their ways of generation. Each token is broken down into three parts and each part is separated by a dot.

- **Header:** This contains information on the token type, usually JWT, and the hashing algorithm used, eg HMAC SHA256 or RSA.
- **Payload:** This contains any information you wish to transfer about the user, eg the user identifier.
- **Signature:** This secures the token and is a hash of the encoded header and payload, along with a secret.

Methods and Materials

Token generation using quantum technologies **can** be performed in several ways. Classically token based authentication works by ensuring that each request to a server is accompanied by a signed token which the server verifies for authenticity and only then responds to the request. In this way as explained in previous chapter, encryption algorithms of classic cryptography have been used. As said before, using Shor’s algorithm

they can be easily broken. Analyzing and summing up it all, we consider the way of integrating quantum cryptography methods to generate token for authentication.

$$A = Kx + Zt + Bt + Hn \quad (5)$$

K - server
Z – login
B - Password
H - ID of device

Using 4 qubit states will let the system have a high security level, since each qubit has 4 different states, and let the token be valid 256 times against using sessions for reaching some web server.

Discussion

Currently we have to develop system which will be able to generate token based on quantum methods. First of all it was decided to implement a simple QKD system, i.e. system consisting Alice, Bob and Eve – 3rd part as a . Alice generates variable sized qubits randomly, and sends it via quantum channel to Bob.

Alice

X	+	+	X	X	+
1	0	0	1	1	0

Bob also generates set of bases randomly, and receives data from Alice.

X	X	+	+	X	+

Since some of bases are different Bob will lose some amount of data

1	-	0	-	1	0

Bob will send his bases to Alice to be show which elements he could read. Knowing his bases Alice will be able to know information on which indices have been read correctly, and sends list of indices which are same. Then both sides will only reset different bases. In this case Eve is only in role of observer. She will also create random set of bases and catch the set of qubits (We are taking situation when Eve has some equipment which is able to read qubit, without changing qubit, since currents systems cannot have all properties of pure quantum system).

+	X	+	X	X	+

Now she will be able to read this information.

-	-	0	1	1	0

And when she will know set of indices where Alice and Bob have same base, she will remove unnecessary ones.

So, her last key will be ‘10’, since key agreed between Alice and Bob is ‘1010’.

We did 100 experiments for 3 different lengths 20, 30 and 40 qubits; calculate the percentage of key found by Eve. The results are in Table 2.

We also considered one more case: situation where Eve cannot copy information, change it because of property of qubit. Alice generates set of qubits on random base.

X	+	+	X	X	+
1	0	0	1	1	0

Bob also creates his set of bases and waits for message from Alice.

X	X	+	+	X	+

Eve intercepts qubits with her randomly generated basis.

+	X	+	X	X	+

Because of property of qubits, only information on those indices, where Eve and Alice have same basis will be read, and other will be lost immediately.

-	-	0	1	1	0

Now she has to fabricate set of qubits to Bob, since he waits message from Alice.

+	X	+	X	X	+
0	1	1	0	1	1

Bob receives fake message from Eve thinking that it’s from Alice, puts on his basis, reads this:

-	1	1	-	1	1

Since here Bob have received incorrect information, the key generated in this process is incorrect. Later they will be unable to read messages from each other, what will give them knowledge about existence of Eve. Here we calculated the percentage of mismatch of keys between Alice and Bob. If this value is not bigger than 10%, it can be accepted as noise.

Data and Results

As a result of literature review we can list steps such as statistics of quantum technologies development, analysis of each field separately, defining protocols and methods for forming qubits and quantum systems.

Experiments were set on possibility of being compromised by Eve and on mismatch percentage of Alice and Bob's keys

Table 2. **Results of experiments**

Length	20	30	40
Percentage of being compromised	49,10	47,68	49,66
Alice and Bob's key mismatch	47,68	49,19	49,67

The average results have been obtained from 100 experiments for each case. The 19 experiments excerpt shown below for 1st case to visualize the general situation.(Fig 4)

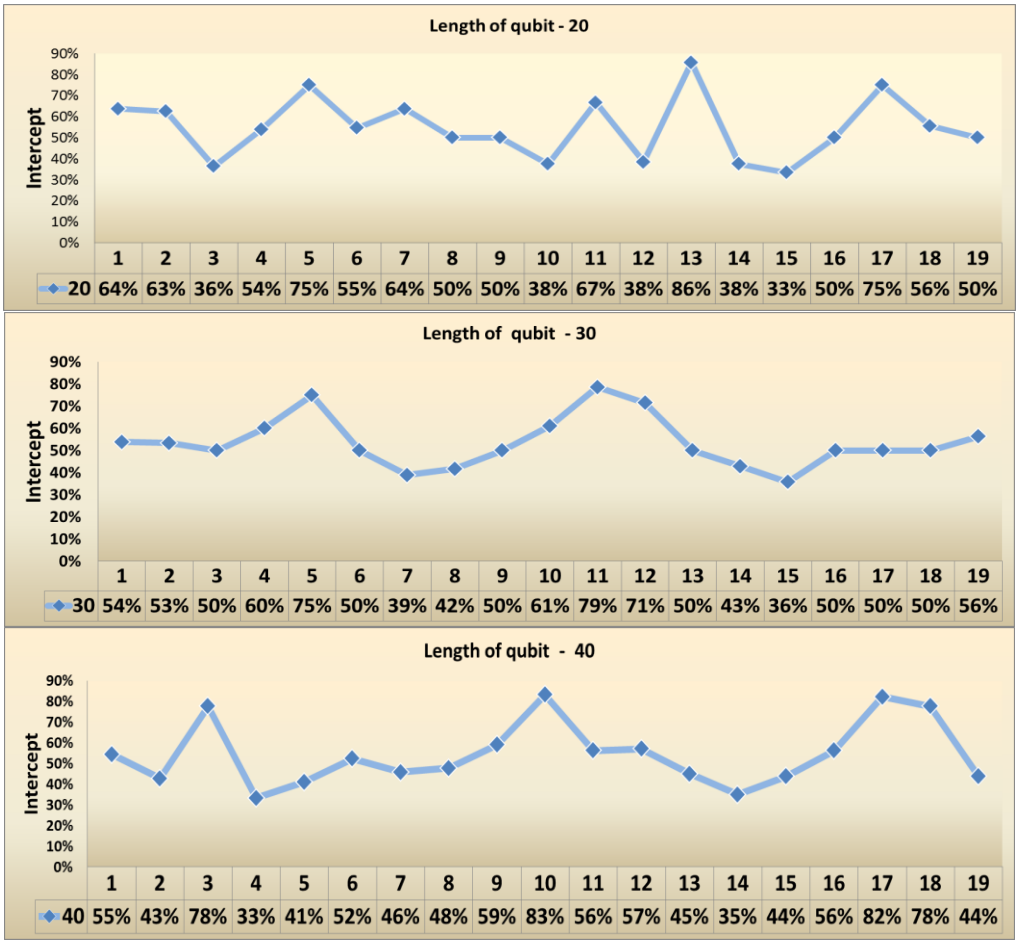


Figure 4. Compromised key part by Eve

Conclusion

More than half of research work has been finished. Basic gates of quantum systems such as Hadamard, Swap, CNOT, Fredkin, Toffoli and others have been scrutinized. Fundamental terms of quantum technologies sciences such as entanglement, superposition have been analyzed and explained from the mathematical side. Also we defined additional tasks for further research work. Experiments for 2 different cases have been set. In

1st case we gave Eve too ideal equipment with ideal conditions, and even there she had ~50% of key only, which will not give chance to read complete message. In 2nd case we proved that Eve cannot copy and clone qubits without being compromised, since mismatch percentage between Alice and Bob's keys is too high, which cannot be accepted as noise. For future works it's planned to repeat this processes with adding time shifting, reading each odd qubit, using gates for increasing security and so on.

REFERENCES

[1] Nanrun Zhou, Guihua Zeng, Yiyou Nie, Jin Xiong, Fuchen Zhu, "A novel quantum block encryption algorithm based on quantum computation", Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 362, Issue 2, 1 April 2006, Pages 305-313.

[2] Colin P.Williams. "Explorations in Quantum Computing" book pages 458-459.

[3] Broadbent, A. & Schaffner, C. Des. Codes Cryptogr. (2016) 78: 351. https://doi.org/10.1007/s10623-015-0157-4

[4] Jeremy M. Weathers, Master Thesis"METHODS FOR QUANTUM CIRCUIT DESIGN AND SIMULATION", Naval Postgraduate School, March 2010

[5] Zakariya Qawaqneh, Khaled Elleithy, Bandar Alotaibi, Munif Alotaibi, "A New Hardware Quantum-based Encryption Algorithm," IEEE Long Island Systems, Applications and Technology (LISAT) Conference 2014, Farmingdale, NY, USA. 2 May, Pages 1-5

[6] M. Hossientabar, and B. Lari, H. Hassanabadi "Quantum Authentication Protocols for GSM"

[7] Chi-Hang Fred Fung, Kiyoshi Tamaki, Hoi-Kwong Lo, "On the performance of two protocols: SARG04 and BB84," October 2005

[8] Bennett, C.H. and Brassard, G. (1984) Quantum Cryptography: Public-Key Distribution and Tossing. Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing, Bangalore, India, IEEE Press, pp. 160-164.

[9] Nielsen, Michael A.; Chuang, Isaac (2000). Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge: Cambridge University Press pp. 100.

Айтчанов Б., Баймуратов О., Абдінурова Н., Туранов Д., Селбаев А.

Кванттық жүйелерді талдау және оның белгісін қалыптастыруда қолдану

Түйіндеме. Бұл мақалада кванттық криптографиялық технологияларды оқытудың негізгі принциптері, негізгі логикалық қақпалар және суперпозициялар, шабуылдау және телепортация секілді негізгі ұғымдар сияқты зерттеулерге қатысты жұмыстар туралы ақпарат бар. Сондай-ақ кванттық технологияларды классикалық криптографиялық жүйелерге интеграциялаудың ықтимал жолдарын, мысалы, кубиктер негізінде сигналдарды генерациялау мүмкіндігін талқылайды. Екі бөлік арасында қалыптасып, алмасқан қубиғалар 2 хакерлік әрекеті үшін сыналды. Осындай арнаға сәтті шабуыл жасау мүмкіндігі немесе сынаққа түсу мүмкіндігі эксперименттер барысында бағаланды.

Түйінді сөздер: Кванттық жүйелер, Кубит, Кванттық кілт бөлу, Токен

Айтчанов Б., Баймуратов О., Абдинурова Н., Туранов Д., Селбаев А.

Анализ квантовых систем и его применение в формировании токена

Резюме Статья содержит информацию о проделанной работе над исследованиями, такие как принципы обучения технологиям квантовой криптографии, основные логические элементы и ключевые термины, такие как суперпозиция, запутывание. Также обсуждаются возможные способы интеграции квантовых технологий в классические криптографические системы, такие как генерация токенов на основе кубитов. Кубиты, сформированные и обменявшиеся между двумя частями связи, были проверены на две попытки взлома. Возможность успешной атаки на такой канал или взлома была оценена в ходе экспериментов.

Ключевые слова: Квантовые системы, Кубит, Квантовое распределение ключей, Токен

УДК 1082

N.S. Zaurbekov, A.A. Asylbekov, A.K. Kozybayev, Zh.S. Nabiyeva
(Almaty technological university, Kazakhstan, Almaty
E-mail: asilbek_k@mail.ru)

MODELING OF THE INFLUENCE OF A MIXTURE OF BEER AND WATER HYDROMODUL EXTRACTIBLE

Abstract. The necessity of wide application of mathematical modeling in these industries beer output and productivity. In the composition of the dry substances in a mixture influence the size of the basic processes of mathematical modeling Hydromodul beer and water. As a result, promising in Microsoft Excel-regulatory determine their optimal values using a modeling method.

Key words: the module, extract, regression, correction, dispraxia, multicollinearity, simulation, modeling, computer modeling.

Н.С. Зәуірбеков, А.А. Асылбеков, А.К. Козыбаев, Ж.С .Набиева
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)
E-mail: asilbek_k@mail.ru

ГИДРОМОДУЛЬДІҢ ЖӘНЕ СУСЫЗ ҚОСПАНЫҢ СЫРАНЫҢ ЭКСТРАКТИВТІЛІГІНЕ ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ

Аннотация. Сыра өндірістеріндегі шығымы мен өнімділігін математикалық модельдеуді кеңінен қолдану қажеттілігі көрсетілген. Гидромодульдің және сусыз қоспаның сыраның құрамындағы құрғақ заттардың мөлшерінің әсерін математикалық модельдеудің негізгі процестері келтірілген. Нәтижесінде, Microsoft Excel бағдарламасында перспективті-нормативті модельдеу әдісін қолдану арқылы олардың оптимальды мәндерін анықтаған.

Негізгі сөздер: гидромодуль, экстрактивтивтілік, регрессия, коррекция, диспрессия, мультиколлинеарлық, модельдеу, компьютерлік модель.

Кіріспе

Қазіргі қоғамда болып жатқан ақпараттық дамудың өңделу, жеткізілу,сақталу заңдарының негізін ұғыну және дұрыс болжамдау үшін болашақ маманға компьютерлік модельдеу, ақпаратты өңдеу аса қажет. Кез-келген технологиялық жүйе қарапайым нысанда нақты жүйенің ең маңызды қасиеттерін көрсететін сандық әдістердің кең ауқымын қолдана отырып белгілі математикалық модель ұсыныланады. Математикалық және статистикалық әдістер заманауи технологиялық сапаны бақылауды және өнімнің шығымын арттыруға мүмкіндік береді. Сыраны өндіру үшін қолданатын шикізат шығынын толық компьютерлік модельдеу. Таңдап алынған сыра ассортиментінің оңтайлы құрамын тауып, өндірілген өнімнің шығымын көбейту жолдарын компютерлік модельдеу арқылы қарастырарттыруға болатындығы көрсетілген [1,2].

Зерттеу нысандары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде сыра өндірісінің гидромодулі, сусыз қоспасы және сыраның экстрактивтілігі алынды.Көрсеткіштер жүйесін жасау барысында технологиялық процессті оңтайландыратын факторларға аса назар аударылды.

X-гидромодуль, У-себу нормасы, Z- экстрактивтілігі.

Тәжірибе нәтижесінде үш факторда орташа мәнге келтірілген.

Нәтижелер және оларды талдау

Жоспарларудың математикалық талдау жасау барысында зерттеу белгілі жоспар бойынша жүрді. Төмендегі 1 кестеде зерттеу нәтижелері келтірілген. Осы бойынша берілген факторларға математикалық математикалық моделдеу жасалынды [3,4].

Кесте 1. **Зерттеу нәтижелерінде алынған гидромодульдің, себу нормасының, экстрактивтілігің мәндері**

Гидромодуль	Себу нормасы	Экстрактивтілік
5	95	16
5	85	15
5	75	14
5	65	13
4	95	13,1
4	85	12,5
4	75	11,9
4	65	10

3	95	13,2
3	85	13
3	75	11,2
3	65	9,8

1.Регрессия теңдеуін бағалау.
Регрессия коэффициенттерін бағалаудың векторын (S) ең кіші квадраттар әдісімен анықтаймыз:

$$s = (XTX)\text{-}1XTY$$

Регрессия теңдеуі (регрессия теңдеуін бағалау)

$$Y = -1.1817 + 1.35X1 + 0.1063X2$$

y-экстрактивтілігі, x1-гидромодуль, x2-қоспа нормасы
2. Корекциялық жұптық коэфициенттерінің матрицасы – R (2 кесте). Бақылау саны n = 12. Тәуелсіз айнымалы модельдің саны 2ге тең, ал бірлік векторын ескерсек онда регрессорлар белсігіз коэфициенттерінің санына тең. Белгіні ескерсек Y, матрицаның өлшемі 4тең болады. Тәуелсіз айнымалының матрицасы X, өлшемі (12 x 4) [4,5.] Коррекцияның жұптық коэфициенттері:

$$r_{xy} = \frac{\overline{x \cdot y} - \overline{x} \cdot \overline{y}}{s(x) \cdot s(y)}$$

$$r_{yx_1} = \frac{51.8 - 4 \cdot 12.725}{0.816 \cdot 1.758} = 0.627$$

$$r_{yx_2} = \frac{1031.292 - 80 \cdot 12.725}{11.18 \cdot 1.758} = 0.676$$

$$r_{x_1x_2} = \frac{320 - 80 \cdot 4}{11.18 \cdot 0.816} = 0$$

Кесте 2. **Коррекциялық жұптың коэфициенттерінің матрицасы - R:**

-	y	x1	x2
y	1	0.627	0.6763
x1	0.627	1	0
x2	0.6763	0	1

Мультиколлинеарлықты тестілеу және жою. Мультиколлинеарлық – факторлар арасындағы байланыс. Мультиколлинеарлық өлшем ретінде келесі теңсіздіктерді сақтау қабылдануы мүмкін:
r(xjy) > r(xkxj) ; r(xky) > r(xkxj).

Егер бір теңсіздік сақталмаған болса,онда xk немесе xj, онда нәтижелі көрсеткішпен байланысының жиілігі Y аз болады [7,6]. Ең маңызды xi факторларын іріктеу үшін мынадай шарттар іріктеледі:

-нәтижелі белгі мен факторлық байланыс фактораралық байланыстан жоғары болуы тиіс;

-факторлар арасындағы байланыс 0.7-ден аспауы тиіс. Егер матрицада корреляцияның фактораралық коэфициенті бар болса, rxjxi > 0.7, онда бұл модельде көпше регрессияның мультиколлинеарлығы бар;

- белгінің жоғары фактораралық байланысы кезінде олардың арасындағы корреляция коэфицентінің аз факторлары іріктеледі.

Біздің жағдайда барлық жұп корреляция коэфициенттері |r|<0.7, факторлардың мультиколлинеарлығының болмауын айтуға болады.

Мультиколлинеарлықты зерттеудің ең толық алгоритмі Фаррар-Глобер алгориті болып табылады, оның көиегімен мультиколлинеарлықтың үш түрін белгілейді:

1. Барлық факторларды (χ2 - хи-квадрат).
2. Барлық факторды қалғандарынан (Фишера критериясы).
3. Әрбір факторлар жұбын(Стьюдент критериясы).

1. Статистикалық критериилердің бірінші түрі бойынша Фаррар-Глоубер әдісімен мультиколлинеарлыққа айнымалыларды тексересіз("хи-квадрат").

Фаррара-Глоубердің статистикалық мәнін есептеудің формуласы:
χ2 = -[n-1-(2m+5)/6]ln(det[R]) = -[12-1-(2*2+5)/6]ln(0.149) = 18.06 m = 2 – факторлар саны, n = 12 – бақылау саны, det[R] –Rкорреляциясының жұп коэфициенттерінің матрицасын анықтағыш [8,9]. Оны кесте мәнімен салыстырамыз v = m/2(m-1) = 1еркіндік мәні болғанда және α мәнділік деңгейі бойынша. Егер χ2 > χкесте2болса, онда факторлар векторында мультиколлинеарлығы бар болғаны χ табл 2(1;0.05) = 3.84146

2. Статистикалық критерийлердің екінші түрі бойынша мультиколлинеарлыққа айнымалыларды тексереміз (Фишер критериясы).

F- Фишер критериясын шығарамыз:

$$F_k = (d_{kk} - 1)\frac{n-m}{m-1}$$

мұндағы dkk –матрица элементінің диагоналы.

Өлшемдердің есептелген мәндері кесте v1=n-m и v2=m-1 түріндегі еркіндік дәрежесімен және мәнділік деңгейімен салыстырылады α. Егер Fk >FТабл, кесте болса, онда k-айнымалы басқалармен мультиколлинеарлы [8,9].

v1=12-2 = 11; v2=2-1 = 2. FТабл(11;2) = 19.4

$$F_1 = (6.691 - 1)\frac{12-2}{2-1} = 31.3$$

F1 > Fкесте, болғанда айнымалы басқалармен мультиколлинеарлы.

$$F_2 = (3.631 - 1)\frac{12-2}{2-1} = 14.47$$

F2 ≤ Fкесте болғанда, x1 – айнымалы басқалармен мультиколлинеарлы емес.

$$F_3 = (4.06 - 1)\frac{12-2}{2-1} = 16.83$$

F3 ≤ Fкестеболғанда, x2 – айнымалы басқалармен мультиколлинеарлы емес.

3. Айнымалыларды мультиколлинеарлыққа статистикалық критерияның (Стьюдент критериясы).үшінші түрімен тексереміз.Ол үшін корреляцияның меншікті коэфициенттерін табамыз. Қорыта айтқанда бірде-бір факторларды регрессиялық теңдеулерді құруға қолдануға болмайды.

Стандартты масштабтағы регрессия моделі.

Стандартты масштабтағы регрессия моделі зерттелетін белгілердің барлық мәндері формулалар бойынша стандарттарға ауысатынын болжайды.

$$t_j = \frac{xj_i - \overline{xj}}{S(x_j)}$$

мұндағыхji –айнымалы бақылау мәні хji дегі.

$$t_y = \frac{y_i - \overline{xj}}{S(y)}$$

Осылайша, әрбір стандарттаған айнымалы санаудың басталуы оның орташа мәнімен біріктіріледі, ал өзгерту бірлігі ретінде оның орташа квадраттық ауытқуы–S қабылданады.

Егер табиғи масштабтағы айнымалылардың арасындағы байланыс сызықтық болса, онда санаудың басы мен өлшем бірліктерінің өзгеруі бұл қасиетін бұзады, сондықтан стандартталған айнымалылар сызықтық қатынаспен байланысты ty = ∑βjtxj болады. β-коэффициенттерді бағалауға МНК қолданады. Бұл ретте қалыпты теңдеулер дүйесі төмендегі түргн ие болады:

rx1y=β1+rx1x2•β2 + ... + rx1xm•βm

rx2y=rx2x1•β1 + β2 + ... + rx2xm•βm

rxmy=rxmx1•β1 + rxmx2•β2 + ... + βm

Біздің деректер үшін (корреляция коэфиценттерінің жұптарының матрицаларынан аламыз)

0.627 = β1 + 0β2

0.676 = 0β1 + β2

Бұл сызықты теңдеулер дүйесін Гаусс әдісімен шешеміз:

β1 = 0.627; β2 = 0.676;

Стандартталған массштабтағы берілген теңдеу:

ty=β1tx1+β2tx2

β-коэфициентінің есебін төмендегі формуламен есептейміз:

$$\beta_1 = \frac{r_{yx1} - r_{yx2} r_{x1x2}}{1 - r_{x1x2}^2} = \frac{0.627 - 0.676 \cdot 0}{1 - 0^2} = 0.627$$

$$\beta_2 = \frac{r_{yx2} - r_{yx1} r_{x1x2}}{1 - r_{x1x2}^2} = \frac{0.676 - 0.627 \cdot 0}{1 - 0^2} = 0.676$$

Регрессия теңдеуінің стандартталған түрі былай:

ty = 0.627x1 + 0.676x2

Осы жүйеден табылған β–коэффициенттерформулалар бойынша табиғи масштабтағы регрессия коэфициенттерінің мәнін анықтауға мүмкіндік береді.

$$b_j = \beta \cdot \frac{S(y)}{S(x_j)}$$

$$a = \overline{y} - \sum b_j \cdot \overline{x_j}$$

3. Регрессиялық теңдеудің параметрлерін талдау.

Алынған регрессия теңдеуін статистикалық талдауға көшеміз:теңдеудің маңыздылығын және оның коэфициенттерін тексеру аппроксимацинің абсолюттік және салыстырмалы қателерін зерттеу үшін:

Дисперсияның араласпаған бағасы үшін келесі есептеулерді жүргіземіз: Аппроксимацияның орташа қатесі:

$$A = \frac{\sum |\epsilon : Y|}{n} \cdot 100\,\% = \frac{0.548}{12} \cdot 100\,\% = 4.57\,\%$$

Дисперсияның қатесі тең:

se2=(Y-Y(X))T(Y-Y(X))=5.543

Араласпаған дисперсияның бағасы тең:

$$s^2 = \frac{1}{n-m-1} \cdot s_e^2 = \frac{1}{12-2-1} \cdot 5.543 = 0.6159$$

Орта квадратты ауытқудың бағасы (Y-бағасы үшін стандартты қате):

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.6159} = 0.785$$

Кесте 7

k = S2 • (XTX)-1 векторының коварнациялық матрицасының бағасын табамыз

Модель параметрлерінің дисперсиясы S2i = Kii, ,демек осы қатынаспен анықталады, бұл басты диагональда жатқан элементтер.

$$S_{b0} = \sqrt{3.911} = 1.978$$
$$S_{b1} = \sqrt{0.077} = 0.277$$
$$S_{b2} = \sqrt{0.000411} = 0.0203$$

Түбірдің көпше корреляциялық коэфициенті (Түбірдің көпше корреляциялық индексі).

$$R = \sqrt{1 - \frac{s_e^2}{\sum(y_i - \overline{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{5.543}{37.08}} = 0.9222$$

Көптеген корреляция коэфициентін корреляцияның жұп коэфициенттерінің матрицасы арқылы анықтауға болады [10,11].

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Delta_r}{\Delta_{r11}}}$$

мұндағы Δr -жұп коэфиценттерінің матрицасын анықтағыш; Δr11 –фактор аралық матрицаны анықтағыш.

Көптеген корреляция коэфиценті

$$R = \sqrt{1 - \frac{0.149}{1}} = 0.9222$$

Басқа формуланы қолданғанда осыған ұқсас нәтиже аламыз.

$$R = \sqrt{1 - (1 - r_{yx1}^2)(1 - r_{yx2|x1}^2)}$$
$$R = \sqrt{1 - (1 - 0.627^2)(1 - 0.868^2)} = 0.9222$$

Y және Xi факторының арасындағы белгілердің байланысы күшті. Детерминациялық коэффициент.

R2= 0.92222 = 0.8505

Объективті бағалау түзетілген детерминация коэфиценті болып табылады.

$$\overline{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-m-1}$$
$$\overline{R}^2 = 1 - (1 - 0.8505) \cdot \frac{12-1}{12-2-1} = 0.817$$

Осы коэфицент неғұрлым бірге жақын болса, онда регрессия теңдеу Y-дың мәнін көбірек түсіндіреді. Жаңа түсіндіруші айнымалылардың моделіне қысым түсірілсе детерминация коэфиценті өсе бастағанға дейін жүзеге асырылады.

5.Реггрессия теңдеулерінің коэфиценттеріне байланысты гипотезаларды тексеру (регрессияның көпше теңдеуі параметрлерінің маңыздылығын тексеру).

v = n - m - 1 саны еркіндік дәрежелерінің саны деп аталады. Статистикалық сенімділікті қамтамасыз ету үшін көптеген сызықтық регрессияны бағалау кезінде юақылау саны соңғы өлшем бойынша 3 рет бағаланатын параметрлердің санынан асып түсуі талап етіледі деп саналады [12,13,14].

t-статистика

Ттабл (n-m-1;α/2) = (9;0.025) = 2.262

$$t_i = \frac{b_i}{S_{bi}}$$
$$t_0 = \frac{-1.182}{1.978} = 0.598 < 2.262$$

b0 - регрессиясы коэфицентінің статистикалық маңыздылығы расталмайды.

$$t_1 = \frac{1.35}{0.277} = 4.866 > 2.262$$

b1 - регрессиясы коэфицентінің статистикалық маңыздылығы расталады.

$$t_2 = \frac{0.106}{0.0203} = 5.244 > 2.262$$

b2 – регрессиясы коэфицентінің статистикалық маңыздылығы расталады.

Регрессия теңдеуінің коэфиценттері үшін сенімді интервал.

Сенімділік 95% болатын регрессия коэфиценттерінің сенімді интервалдарын анықтаймыз:

(bi - ti*Sbi; bi + ti*Sbi)

b0: (-1.182 - 2.262*1.978 ; -1.182 + 2.262*1.978) = (-5.655;3.292)

b1: (1.35 - 2.262*0.277 ; 1.35 + 2.262*0.277) = (0.722;1.978)

b2: (0.106 - 2.262*0.0203 ; 0.106 + 2.262*0.0203) = (0.0604;0.152)

6. Жалпы регрессия теңдеуінің сапасын тексеру.

$$R^2 = 1 - \frac{s_e^2}{\sum (y_i - \overline{y})^2} = 1 - \frac{5.543}{37.08} = 0.8505$$

F-статистика. Критерий Фишера.

Жалпы маңыздылық туралы гипотезаны тексереміз және түсіндіретін айнымалылардың регрессиясын барлық коэфиценттерін нөлге бір мезгінде теңдігі туралы гипотезаны тексереміз [15,16].

H0: R2 = 0; β1 = β2 = ... = βm = 0.

H1: R2 ≠ 0.

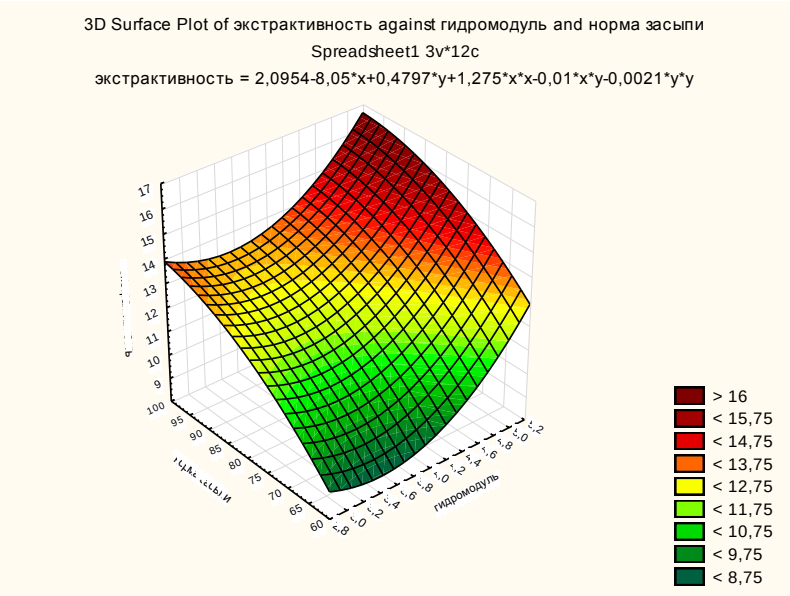
Бұл гипотезаны тексеру Фишердің таралу F-статистикасының көмегімен жүзеге асырылады.(оңжақты тексеру)

Егер F <Fkp = Fα ; n-m-1 болма, онда H0– гипотезадан ауытқуға негіз жоқ.

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m} = \frac{0.8505}{1-0.8505} \cdot \frac{12-2-1}{2} = 25.606$$

Бос дәрежедегі кестенің мәні k1 = 2 и k2 = n-m-1 = 12 - 2 - 1 = 9, Fkp(2;9) = 4.26

Егер нақты мән F >Fkp болса, онда статистикалық детерминация коэфиценті маңызды және регрессия теңдеуі статистикалық сенімді (яғни bікоэфиценттері бірге маңызды). Қорытынды. Есептеу нәтижесінде көптеген репрессия теңдеулері алынды:



1-сурет. Сыра өндіру процессінің экстрактивтілігіне гидромодуль қисығы мен себу нормасының әсерінің STATISTICA бағдарламасындағы графикалық суреті

Y = -1.1817 + 1.35X1 + 0.1063X2. Яғни параметр моделдерінің интерпретациялануы мүмкін: 1-ші өлшем бірлігінде X1- дің ұлғаюы Y-тің 1.35 өлшем бірлігіне ұлғаюына алып келед.; ал 2-ші өлшем бірлігінде X2 -нің ұлғаюы Y-тің 0.106 өлшем бірлігіне ұлғаюына алып келеді. Теңдеудің статистикалық мәні детерминациякоэффициентінің және Фишер критерийінің көмегімен тексерілді. Сонымен зерттеу нәтижесі мынаны көрсетті Y-тің мәнінің 85.05% вариабельіктілігін Xj– факторының өзгеруімен түсіндіріледі.

Шегі сары аймақ болып табылады, гидромодуль қисығында оптимум 4 және себу нормасы 80-85, ал экстрактивтілігі 12,0-ге тең.

Адекваттылық бағдарламаның қамтамасыз ету көмегімен ANOVA жүйесінде тексерілді, Statistica 10.0-ға тең.

Қорытынды

Статистикалық өңдеу сыра өндіру процессінің экстрактивтілігіне гидромодуль мен себу нормасының тікелей әсерінің бар екендігін көрсетті.

Сыра өндірісінің экстрактивтілігінің технологиялық процесстерін оңтайландырудың параметрлерін математикалық сипаттап, ғылыми негіздеуге мүмкіндік берді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: учеб. пособие - Финансы и статистика, 2015.-368 с.

[2] Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Филин, 2016. – 608 с.

[3] Бешенков С.А.,Ракитина Е.А. Моделирование и формализация. Методическое пособие.- Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2004-336 с.

[4] Ивлев А.Н. Охрана авторских прав в Интернет: проблема, которая выдумана Электронный ресурс. / А.Н. Ивлев // Право и Интернет. — Режим доступа : http://russianlaw.net/law/doc/a68.htm (дата обращения: 01.09.2016).

[5] Бешенков С.А.,Ракитина Е.А. Лаборатория базовых знаний.Моделирование и формализация.Методическое пособие. М.: 2017-336с

[6] Быков М.Ю., Гагарина Л.Г. Математическая модель системы частичного кэширования динамических страниц. Журнал «Техника и технология», номер 2, 2015.

[7] Ван Хейк Бернард. JDBC: Java и базы данных. М.: Лори, 2015.

[8] Гиббонз Пол. Платформа .NET для Java-программистов. СПб: Питер, 2014.

[9] Библиотеки в мире Интернет: матер, науч.-практ. семинаров / сост. : Э. Н. Белоножка. — Великий Новгород, 2016. — 118 с.

[10] Елманова Н. Управление информационным наполнением M^Ь-сайтов Электронный ресурс. / Н. Елманова // КомпьютерПресс. — Режим доступа: http://compress.ru/article.aspx?id=10953&iid=440 (дата обращения : 01.09.2017).

[11] С. Н. Колупаева. Математическое и компьютерное моделирование. Учебное пособие. – Томск, Школьный университет, 2015. – 208с.

[12] Официальный сайт издательства "Открытые Системы". Интернет университет информационных технологий. – Режим доступа: http://www.intuit.ru/ . Дата обращения: 5.10.2016

[13] А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер. Информатика. Учебное пособие. – М.: Центр «Академия», 2015. – 816с.

[14] Van Poppel G., Spanhaak S., Ockhuizen T. Effect of beta-carotene on immunological indexes in healthy male smokers //The American Journal of Clinical Nutrition.- 2013.- Vol.57, №3.- P.402-407.

[15] Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. – М.: Химия, 2014. – 237 с.

[16] Д. А. Поселов. Информатика. Энциклопедический словарь. – М.: Педагогика-Пресс, 2015. 648с.

Заурбеков Н.С., Асылбеков А.А., Козыбаев А.К., Набиева Ж.С.

Моделирование влияния гидромодули и засыпи на экстрактивность пива

Резюме. Показана необходимость широкого применения математического моделирования выхода и производительности пива . Приведены основные процессы математического моделирования концентрации сухих веществ пива гидромодули и засыпи. В результате, с помощью программы Microsoft Excel и способа перспективно-нормативного моделирования установлены их оптимальные значения.

Ключевые слова: гидромодуль, экстрактивность, регрессия, коррекция, диспрессия, мультиколлинеарный, моделирование, компьютерная модель.

УДК 004.438

A. Nurlanbek, A. Bizhanova, A. Moldakalykova
(Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: aika9008@mail.ru, n_arshin@mail.ru, almasaltyn@mail.ru)

COMPUTER GAMES AND THEIR PRODUCTION TECHNOLOGIES

Abstract. The paper describes different computer games and their classification as well as games examples of each class are outlined. The basic technologies used for game development are discussed and the results of their comparative analysis are shown.

Thanks to the rapid development of information technology (IT) and the continuous increase in the amount of information needed for work, computer training is becoming increasingly popular. Electronic training courses and systems are developed and successfully used in the educational process; methods and results of their application are investigated and analyzed. Scientists are constantly developing and offering to introduce new, more advanced methods that can significantly improve the quality and intensify the learning process.

Computer games appeared in the second half of the twentieth century. In the future the information technology industry is constantly evolving and has now become an independent industry. Initially, computer games were considered in the classical sense of this concept: the game is «an occupation that serves for entertainment, recreation». Many of these games are now available on the Internet. Only later computer games began to be used for training. Thus, computer games are divided into entertainment and serious (serious games).

Currently, different environments for creating computer games have been developed, it specialists together with teachers are developing new educational games in various disciplines, using modern computer technology. Every year there are both regional and international conferences of computer game developers and dedicated to the development and application of games in training (for example, European Conference on Games Based Learning).

Keywords: computer games, Java, NetBeans IDE, checkers, game technologies.

А.Д. Нұрланбек, А.С. Бижанова А.Ж. Молдакалыкова
(М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

КОМПЬЮТЕРЛІК ОЙЫНДАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ҚҰРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Аңдатпа: Мақалада әр түрлі компьютерлік ойындар қарастырылған және олардың жіктелуі ұсынылған, сондай-ақ әр сыныптың ойын мысалдары берілген. Ойындарды жасау кезінде қолданылатын негізгі технологиялар сипатталған және олардың салыстырмалы талдауының нәтижелері ұсынылған. Қазіргі уақытта компьютерлік ойындарды құру үшін әртүрлі орталар әзірленуде. Ғалымдар үнемі жаңа, неғұрлым жетілдірілген оқу үрдісі сапасын айтарлықтай жоғарылатуға арналған әдістерді әзірлеп, енгізуге ұсынады. АТ мамандары педагогтармен бірге заманауи компьютерлік технологияларды пайдалана отырып, түрлі пәндер бойынша жаңа оқыту ойындарын әзірлеуде.

Түйін сөздер: компьютерлік ойындар, Java, IDE NetBeans, дойбы, ойын құру технологиялары.

Ақпараттық технологияларды қарқынды дамуының және еңбек қызметіне қажетті ақпарат көлемін үздіксіз артуының арқасында компьютерлік оқыту кеңінен танымалдыққа ие болып келе жатыр. Электрондық оқыту курстары мен жүйелері құрылып және оқу үрдісінде табысты қолданылады, олардың әдістері мен нәтижелері зерттеледі және талданады [1].

Ғалымдар үнемі жаңа, неғұрлым жетілдірілген оқу үрдісі сапасын айтарлықтай жоғарылатуға арналған әдістерді әзірлеп, енгізуге ұсынады. Компьютерлік ойындар XX ғасырдың екінші жартысында пайда болды. Бұдан әрі ақпараттық технологиялардың бұл саласы тұрақты дамып, қазір дербес индустрияға айналды.

Бастапқыда классикалық түсінік бойынша компьютерлік ойындар: ойын-бұл «ойын-сауық, демалу үшін қызмет ететін сабақ».

Осындай ойындардың көпшілігі ғаламторда қол жетімді. Кейін ғана компьютерлік ойындар оқу мақсатында қолданыла бастады. Осылайша, компьютерлік ойындар «ойын-сауық» және байсалды (serious games) болып екіге бөлуге болады.

Қазіргі уақытта компьютерлік ойындарды құру үшін әртүрлі орталар әзірленуде, АТ мамандары педагогтармен бірге заманауи компьютерлік технологияларды пайдалана отырып, түрлі пәндер бойынша жаңа оқыту ойындарын әзірлеуде [2,3].

Жыл сайын компьютерлік ойындарды әзірлеушілердің оқыту үрдісінде ойындарды пайдалануына және оларды құруға арналған аймақтық және халықаралық конференциялары өткізіледі (мысалы, European Conference on Games Based Learning).

1-суретте ойынның түріне байланысты компьютерлік ойындардың жіктелуі көрсетілген, ол кез келген ойындарды жіктеуге болатын тоғыз категориядан тұрады.

Үстел және карта ойындары – бұл дойбы (орыс. шашки), шахмат, домино, покер, түрлі пасьянстер және т. б. сияқты нақты ойындардың электрондық нұсқалары.

Дойбы — спорт түрі. Дойбыны алпыс төрт (орыс дойбысы) не жүз (халықаралық дойбы) шаршыға бөлінген тақтада он екі (орыс дойбысы) не жиырма (халықаралық дойбы) таспен екі адам ойнайды.

Ойынның мақсаты — қарсыласының тастарын түгел жою немесе жүріс жолдарын бөгеп тастау.



1-сурет. Компьютерлік ойындардың классификациясы
Fig. 1 - Classification of computer games

Компьютерлік ойындарды әзірлеу үшін әртүрлі технологиялар қолданылады: Adobe Flash un ActionScript, HTML, CSS, AJAX, Java, Unity3D, Adobe (Macromedia) Director, C++, PHP, ASP.NET және басқалар. Осы технологияларды пайдалана отырып, интерактивті ойындар мен анимацияны оңай құруға болады.

1-кестеде аталған технологияларды 13 көрсеткіш бойынша салыстыру нәтижелері берілген.

1-кесте. **Компьютерлік ойындарды әзірлеуге арналған технологияларды салыстыру**
Table 1 - **Comparison of computer game development technologies**

№	Көрсеткіш	Flash	HTML, CSS	AJAX	Silverlight	Java	Shockwave	Unity
1	Браузерлердің үйлесімсіздігі	жоқ	бар	бар	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
2	Мультимедиа – аудио, бейне қолдау	бар	тек HTML5	тек HTML5	бар	бар	бар	бар
3	Мазмұнды өзгерту үшін бетті қайта жүктеу үшін	жоқ	иә	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
4	Plug-in /инсталляция қажет	иә, 3 MB	жоқ	жоқ	иә, 6 MB	иә, 16,1 MB	иә, 6,4 MB	иә, 600 KB
5	Мазмұнын индекстеу	жоқ	бар	жоқ	бар	жоқ	жоқ	жоқ
6	Мазмұнын басып шығару	жоқ	бар	бар	бар	бар	жоқ	жоқ
7	Суреттерді өңдеу	бар	жоқ	жоқ	бар	бар	бар	бар
8	Векторлық графиканы қолдау	бар	бар	бар	бар	бар	бар	бар

9	Сервермен тұрақты байланыс	бар	жоқ	жоқ	бар	бар	бар	бар
10	Жұмыс істеу ортасы	Windows, MacOs, Linux, Android	Барлығы	Барлығы	Window, MacOs, Linux, Windows Mobile	Window, MacOs, Linux, мобильді құрылғылар	Window, MacOs	Window, MacOs
11	Құруға арналған операциялық жүйелер	Windows, MacOs	Windows, MacOs, Linux	Windows, MacOs, Linux	Windows	Windows, MacOs, Linux	Windows, MacOs	Windows, MacOs
12	3D қолдауы	бар			бар	бар	бар	бар
13	Технологияның қолжетімділігі	99 %	100 %	100 %	60 %	77 %	52 %	<1 %

1-кестеде көрсетілгендей, қарастырылған технологиялардың ортақ нәрсесі көп. Негізгі айырмашылық-олардың қол жетімділігінде.

Unity-түрлі платформаларға бағытталған бейне ойындар жасау үшін пайдаланылатын кәсіби ойын қозғалтқышы. Бұл мыңдаған тәжірибелі ойын әзірлеушілері күнделікті пайдаланатын кәсіби даму құралы ғана емес, сонымен қатар жаңа ойын әзірлеушілері үшін ең қолжетімді заманауи құралдардың бірі. Соңғы уақытқа дейін ойын әзірлеу жаңа (әсіресе 3D ойындар) басынан бастап көптеген кедергілерге тап еді, бірақ Unity оңай осы дағдыларды үйренуге мүмкіндік береді.

Заманауи ойындар, сапалы графиканы қамтамасыз ету үшін мамандандырылған немесе өздігінен ойын қозғалыстарында әзірленеді. Олардың ішінде ең көп тараған Unity 5, Unreal Engine 4, CryEngine V API DirectX 11 немесе 12 нұсқаларын қолдана отырып компьютер элементтерін пайдалануға мүмкіндік беретін, нысандарға ең жақсы графика беру үшін.

Unity ойын қозғалтқыштары әр түрлі интеграцияланған құралдардың көмегімен екі өлшемді және үш өлшемді кез келген қиындықтағы ойындарды жасау үшін маманданған. Unity жұмыс кеңістігін қарастырайық (сурет. 1). Жұмыс кеңістігі жаңа терезелерді қосу немесе ескі терезелерді жою арқылы өлшемін өзгерту арқылы жылжыта алатын бірнеше терезеден тұрады.

«Scene View» - пайдаланушы нысандарды орналастыру және жылжыту арқылы ойын деңгейлерін жасай алатын терезе.

«Game View» – ойынды алдын ала қарауға арналған терезе, яғни юзер экранның жоғарғы жағында орналасқан «play» батырмасын басу арқылы көре алады.

«Asset Store» - жобаға қажетті Ассетті тегін көшіріп алуға немесе сатып алуға мүмкіндік беретін сауда алаңы біріктірілген терезе.

«Hierarchy» сахнада қандай нысандар орналасқанын көрсетеді.

«Project View» ойынның барлық файлдарының тізімін қамтиды.

«Inspector» - бұл нысан сипаттарын көрсететін мәнмәтіндік тәуелді терезе.

«Toolbar» - ортасында іске қосу түймелері, кідірістер және жобаны кадр бойынша ойнату көрсетілген терезе.

«Layers» – белгілі бір қабаттарда нысандардың қасиеттерін қосуға және өшіруге мүмкіндік береді

«Layout» – әр түрлі терезелер көріністері арасында ауысып, өз опцияларын жасауға мүмкіндік береді.

Java технологиясы көбінесе Flash-ке ұқсас, өйткені интернет-қосымшаларды құруға арналған. Осы мақсаттар үшін Flash-ке қарағанда Flex-ке ұқсас JavaFx технологиясы арнайы әзірленді. Flex те, JavaFX те, негізінен RIA-қосымшаларды (Rich internet application) әзірлеу үшін қарастырылған.

Java — Sun Microsystems компаниясының жасап шығарған объектіге-бағытталған бағдарламалау тілі. Java қосымшалары әдетте арнайы байт-кодта компиляцияланады, сол себепті олар кез келген виртуалды Java-машинасында (JVM) компьютерлік архитектурасына тәуелсіз орындалады.

JavaFx Java виртуалды машинасының барлық мүмкіндіктерін пайдалануға мүмкіндік береді, бұл жекелеген салаларда белгілі бір артықшылықтарды береді, мысалы, орындалатын міндеттердің бірнеше тізбегін бақылау кезінде. Flex қолданбаларын жасау сәл оңай, себебі кейбір операцияларды жылдам орындауға болады, мысалы, бейнені көрсету. Java қазір смартфондарда кеңінен қолданылады:

оған Android операциялық жүйесі негізделген. Flash-қосымшалар Android ортасында орындалуы мүмкін, бірақ бұл қазір танымал емес.

Осылайша, компьютерлік ойындарды жасау үшін ең жақсы технологияны атау мүмкін емес – оны нақты тапсырма мен қол жетімді ресурстардың болуына байланысты таңдау керек. Мысалы, көптеген қозғалатын объектілерді қамтитын ойындарды әзірлеу үшін ең қолайлы Flash болып табылады. Егер қолданба мобильді құрылғыларға арналған болса, HTML, CSS және AJAX пайдаланған жөн, өйткені plug-in модульдерінің көпшілігі қолдау көрсетілмейді. Аппаратураға қойылатын ерекше талаптар бар және көптеген түрлі-түсті графикалық бейнелер бар ойындарды жасау кезінде Java, Silverligt немесе Shockwave технологияларын қолданған жөн, өйткені олар ең жақсы жылдам әрекетті қамтамасыз етеді. Unity технологиясын 3D ойындарды жасау кезінде пайдалануға болады.

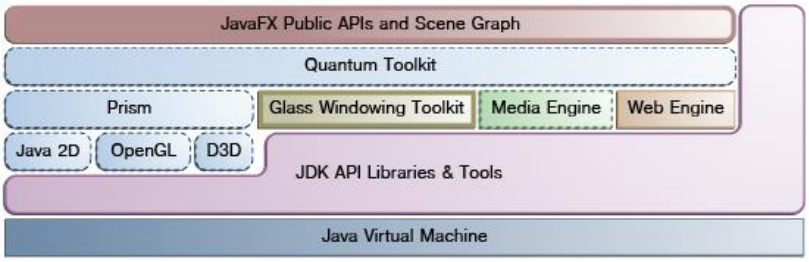
NetBeans — Java бағдарламалау тілінде қосымшаларды өңдеуге арналған біріктірілген өңдеу ортасы және есептеу техникасы платформасы фреймворкі.

«Дойбы» ойынын (адам-адам) құру үшін Java программалау тілі мен программалау ортасы ретінде NetBeans пайдаланылды.0

GUI (GraphicsUserInterface) жүзеге асыру үшін JavaFX пайдаланылды. JavaFX графикалық платформасы бұрынғы Java-да қолданылған AWT+Swing бумасын жаңа ауыстыру ретінде әзірленген.

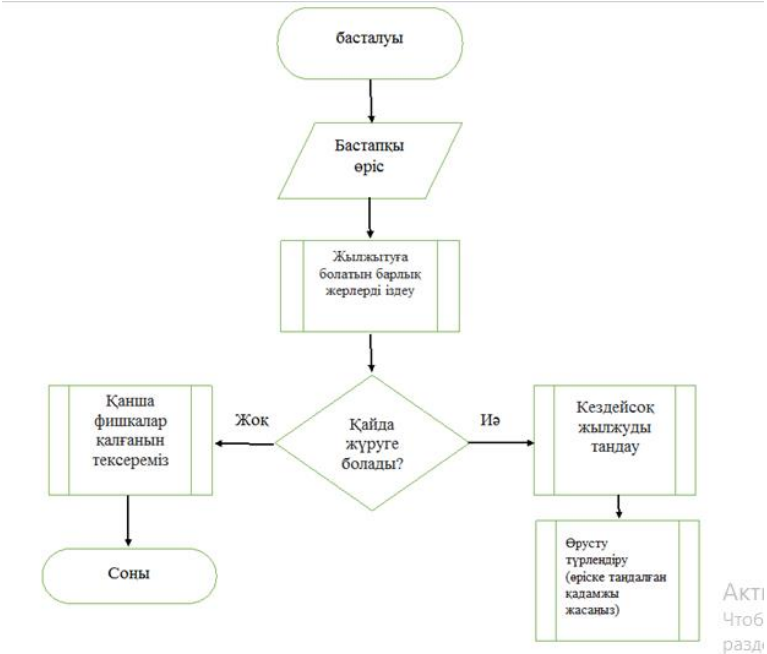
JavaFX.scene пакеті JavaFX сахна кестесі API үшін базалық сыныптар жиынтығын қамтамасыз етеді. Сахна кестесі ағаштың әр элементінің нуль немесе бір ата-ана және нуль немесе одан да көп еншілес элементтері бар көне деректер құрылымы болып табылады.

JavaFX платформасының архитектурасы 2-суретте көрсетілген.



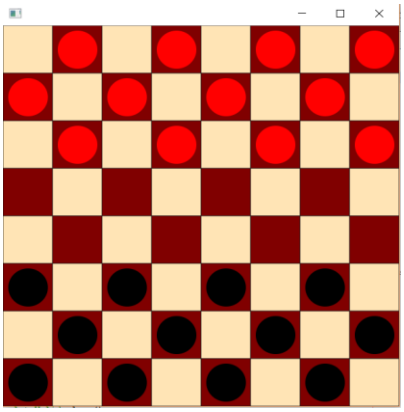
2 - сурет. JavaFX платформасының архитектурасы
Fig.2. The architecture of the JavaFX platform

«Дойбы» ойынының блок - схемасы 3-суретте бейнеленген.



3-сурет. «Дойбы» ойынының блок – схемасы

«Дойбы» ойыны екі қолданушыға бір-біріне қарсы дойбы ойнауға мүмкіндік береді. Құрылған ойынның басты беті 4-суретте бейнеленген.



4-сурет. «Дойбы» ойынының басты беті

Қорытынды. Қазір әртүрлі пәндерді оқу кезінде пайдаланылатын әртүрлі оқыту (күрделі) ойындары көп. Компьютерлік ойындарды жасау кезінде әртүрлі ақпараттық технологиялар қолданылады. Ең танымал болып Flash және Java табылады. Flash технологиясы программалаудың ең аз білімдерінсіз немесе ең аз білімдерімен ойындарды әзірлеуге мүмкіндік береді,бірақ басқа технологияларға қарағанда баяу орындалады. Өз кезегінде Java бағдарламалауда жақсы дағдыларды талап етеді. Ойындарды құру үшін пайдаланылатын жеті технологияға жүргізілген салыстырмалы талдау қойылған міндеттерді, қосымшаларды әзірлеу ерекшеліктерін және қол жетімді ресурстарды ескере отырып, қолайлы технологияны таңдау қажеттігін көрсетті.

ӘДЕБИЕТ

[1] Ruddeck G., Martens A. Component-Based Development of Educational Games: The Case of the User Interface // Proceedings of the 4th European Conference on Games Based Learning. The danish School of Education Aarhus University, Copenhagen, Denmark, 21-22 October 2010, – pp. 208-217

[2] Alice. Carnegie Mellon University. URL: http://www.alice.org

[3] Bodin M., Marty J.-C., Carron T. Specifying Colloborative Tools in Game-Based learning Environments:Clues Fro the Trenches // Proceedings of the 5th European Conference on Games Based Learning. University of Athens, Greece, 20-21 October 2011. – P. 46-56

[4] Галеев И.Х. Модель управления процессом обучения в ИОС // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2010. - V.13. - №3. - С.285-292. - ISSN 1436-4522. URL: http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html

Нұрланбек А.Д., Бижанова А.С., Молдакалыкова А.Ж.,

Компьютерные игры и технологии их создания

Резюме. В статье рассмотрены различные компьютерные игры и предложена их классификация, а также приведены примеры игр каждого класса. Описаны основные технологии, используемые при создании игр, и представлены результаты их сравнительного анализа. В настоящее время разрабатываются различные среды для создания компьютерных игр. Ученые постоянно разрабатывают и рекомендуют разрабатывать и внедрять новые, более усовершенствованные методы для существенного повышения качества учебного процесса. ИТ-специалисты совместно с педагогами разрабатывают новые учебные игры по различным предметам с использованием современных компьютерных технологий.

Ключевые слова: компьютерные игры, Java, IDE NetBeans, шашки, игровые технологии.

УДК 004.934

[1]М.Н. Қалимолдаев, [2]О.Ж. Мамырбаев, [3]Н.О. Мекебаев, , [2]М. Тұрдалыұлы
[1,2] (ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы қ.,
Қазақстан Республикасы
[3] Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., Қазақстан Республикасы)

МАШИНАЛЫҚ ОҚУДЫ ҚОЛДАНУДА ДАУЫСТЫҢ ГЕНДЕРЛІК ЖІКТЕЛІНУІ

Аңдатпа. Гендерлік анықтау бүгіндері сөйлеуді сараптау ісінің негізгі проблемеларының бірі болып табылды. Мысалы, акустикалық берілгендер бойынша яғни жоғарылақ, медианалық, жиілік т.б. – бойынша жыныстыайқындау. Машиналық оқудың жақсы нәтижелер беруі, зерттеудің барлық салаларында жіктеу есептері үшін нәтижелерді, PCA – ны бағалау алгоритм үшін біздің салыстырмалы моделіміз. Кез-келген алгоритмді бағалауда негізгі параметрлер болып, оның өнімділігі саналады. Жіктеу деңгейі жіктеу есептерінде төмен аз болуы тиіс, бұның өзі дәлірек деңгейінің жоғары болуы керектігін білдіреді. Берілген мақалада сөйлеушіні тану жүйесінде танымал құрал ұсынылған, ол сараптаудың (PCA) негізгі мүшесі болып табылады.

Кілттік сөздер: Сөйлеуді тану, дауыс, гендерлік анықтау, PCA, SVM.

I. Кіріспе

Диморфизм – дауыс белгісі, оның адамдарда байқалуы жоғары. Дауыс екпіні, сөйлеу жылдамдығы және ұзақтығы – бұлар адам дауысын, негізінен ер және әйел дауыстарын ажырататын белгілі бір сипаттар [1]. Қабылданатын диморфизм барлық дауыстың 98,8 % құрайды, ол сөйлеушінің жынысынан және тиісті жиіліктен тұрады. Алайда әуезді сөйлеу белгілері жыныстың өзгеруін алдын ала анықтай алмайды. Ер адам мен әйел адам дауысының арасындағы айырмашылықтың жоғарылылығы өзгермелілі болуы мүмкін, сондықтан сөйлеушінің ер адам ба әлде әйел адам екенінін болжау қиын. R тілі көмегімен ақиқат уақыт ішінде сөйлеуді өңдеу үшін қолданылатын әдістер арқылы керекті сөйлеушінің жынысын анықтай аламыз. Әуездік дауыс қабатының қалыңдығы жыныстық айырманың болу себебі болып табылады және түрлі жыныстар үшін өзара өлшенген болуы ықтимал. Қазіргі осы шақтағы физикалық жағдаяттар да сөйлеуші сөйлеп тұрған себепші стиль тағы бір себеп болып табылады. Бұл ауауытқуларды сөйлеушінің ер немесе әйел адам дауыстарының бір-бірінен айырмасын зерттеуге арналған болатын. Бұларға әр түрлі параметрлер жатады. Сөйлеуді сараптау үшін жиілік пен қадам негізгі параметр болып есептеледі, ол ол жіктеуді де тануға әкеледі. Сөйлеуді тану жыныс туралы, оның жасы туралы және сөйлеп тұрған диалектісі туралы ақпарат алуға көмектеседі. Бұл сала бойынша үлкен жұмыс атқарады. Белгілі бір сөйлеу статистикасы қолданылады. Ол уақытында қолданылады және жыныстыанықтау үшін ең шекті мәндерді де қолданады.

Дауыстың мәліметтер жиыны дауыс күші, дыбыс жоғарылығы, жиілігі, q21, q25 т.б сияқты түрлі параметрлерге айналады, содан соң олар оқылады және тестіленеді, мұнда жоғарыда көрсетілгендей алгоритмдер бойынша жыныстыболжап тану үшін әр түрлі алгоритмдер бірге қолданалады.

Берілген мақалада біз болжаудың түрлі алгоримтдерінің негізінде жыныстыжіктейтін салыстырмалы модельді ұсынамыз. Болжау негізінен мағына-мәндері сөйлеуден өңделіп алынатын мәліметтер салыстырылады ол белгілі бір параметрлер бойынша жыныстыбелгілеріне қарай жіктеуде ең жақсы өнімділікке жеткізетін алгоритм туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Жыныстыанықтауда салыстырмалы модельдің алгоритмі қаншалықты қаншалықты дәл болжамдайтыны осы алгоритмдер негізінде табылады.

II. Алгоритм

Сөйлеуді жіктеу мен өңдеу және гендерлік тану мен жіктеу ұзақ уақыт бойында пайдаланып келеді. Уақыт өте өңделген кейбір тұжырымдамаларды гендерлік мойындауда жүзеге асыруда пайдаландық. Жыныстыанықтауға негізделген таяудағы зерттеулер әр түрлі параметрлерге айналатын көрсетеді. Негізгі параметрлер жоғарылық пен жиілікті қамтиды. Жіктеу ер, әйел адамдарды анықтау үшін жүргізіледі. Ол үшін алдымен жүйе оқу мәліметтерімен және тестілеумен бірге оқытылады, сөйтіп бұл берілгендер үшін жүйенің өнімділігі үшін мәліметтер енгізіледі және бағаланады. Әр түрлі алгоритмдер үшін әр түрлі алынған жетістіктер мен нәтижелер әр түрлі уақытта әр үрлі нәтиже беретін сияқты.

Ересек адамдардың сөйлеуін тануда олар қолма-қол түзету және вокалдық ұзақтығы түзетуге қабілетті екенін көрсетеді, сөйтіп олар ер және әйел болып дыбысталады. Осылайша ер және әйел дауыстарын жіктеу қиындық келтіреді. Кейбір әйел дауыстарын тон жоғарлылығы [4] негізінде сараптау қиындығына соғады. Мұнда әйел даустарының бір қырын ғана зерттеу біздің талаптарға сәйкес емес. Ер

және әйел арасыдағы мұндай қадамдар әйел дауысын парамтрлердің басқа әдістері арқылы анықталынуы керектігін аңғартады. Бұл әртүрлі параметрлермен іске асырылады. Бұларда әйелдер пайдаланушы болып саналады. Ал ол әйелден әйелге беріліп отыруға тәуелді, демек мәліметтер жиыны осы негізде ер мен әйелді жіктеуге дейін өңделіп қоюы керек.

Қадамды қабылдауға сәйкес [5] негізгі жиілік [F0] сөйлеушінің тілдік, паралингивистикалық және лингивистикалық емес ақпараттарының комбинациясын түзеді. Бұл үшеуі ер мен әйел дауыстарына сәйкес келеді, сондай-ақ олар жоғары тонмен сөйлеуші тонына тәуелді. Бұл жиілікті [F0] қашықтық жұмыс тәжірибесінсіз, буындық сыртқа ақпаратсыз-ақ ораналастыру сәті түсті. Оның өзі сөйлеушінің даусы жоғары және төмен жиіліктер мен динамикалар арасында құбылып отыртынын көрсетеді.

SVM [5] көмегімен жыныстық анықтау жинақтап сөйлеу, телефонмен сөйлеу, сөйлеу тілдердегі айырмашылықтар т.б. сияқты әр түрлі сөйлеу тетіктерін сараптау мәселе гендер туралы екенін көрсетеді. Бұның өзі ер дауысы тон жоғарлығынан, кезеңнен Мел – жиілік аралығы шамамен 100-146 Гц диапозонда, ал әйелдердікі 188-221 Гц диапозонда орналасатынын білдіреді. Мұнда дауыс жиілік негізінде бөлініп шығады және ол зерттеліп алынған әрі сарапталынған болып табылады.

Тірек векторлар машинасы (SVM). Бақыланатын оқыту – маркерленген оқытудағы функцияларды анықтау үшін машиналық оқыту есебінің берілгендері, оны жіктеу үшін де, регрессиялау үшін де қолануға болады. Тірек векторлық алгоритмі болып есептелінеді. Тірек векторлар гипер жазықтықтар бар кіріккен аралас нүктелердің берілгендері. Мұнда егер берілгендер жиыны қашықтаса, онда ол бөлінген гипер жазықтықтың қалпын өзгертеді. SVM – да мысалдар жиынының әрбір қосағының кіретін нысаны болады және оның артықшылықтары бар мәні де болады. Бақыланатын оқыту алгоритмі берілгендерді сараптайды және нәтижесі функцияны шығарады, ол жаңа нәтижелерді бейнелеуге қол жеткізеді.

SVM – жіктеу үшін, аппроксимация үшін т.б. қолданылатын машиналық оқыту құралы. Ол жалпыланған жинақты түрде де қолданылуы мүмкін, бұның өзі көптеген салаларда жетістіктерге жеткізеді. SVM метрикасы минимумға дейін шектеледі және гипер жазықтық пен берілгендер жиынын бөліп тұратын шекараларды максимумдауда жоғарғы шектерегі кемістіктерді жинақтап жалпылайды. Таңдаудың артықшылықтары ұтымды оңтайлы саны бойынша да, функциялардың орналасуы бойынша да оқыту барысында автоматты жүзеге асады.

III. PCA – ны қолана отырып функцияларды шығару

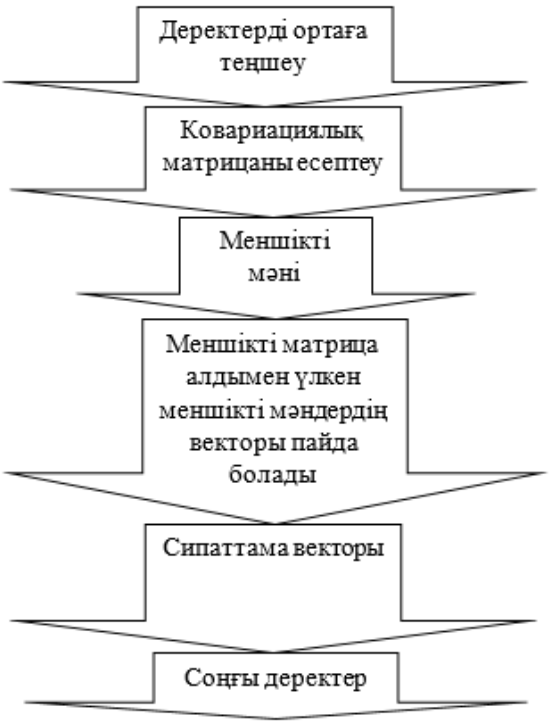
PCA – ның басты компоненттерін сараптау берілгендер кестесін сараптайтын көпқырлы әдіс болып табылады. Мұнда өзара байланысқан бірнеше өзгермелі сандық тәуелділіктер сипатталады. Оның мақсаты – кестеден маңызды ақпарат алу, оны негізгі компоненттер деп аталатын жаңа ортгондық өзгермелілер жиыны ретінде беріледі.

PCA – бұл өзгермелілердің қысқару рәсімі. Бұл жаңадан алынған өзгермелілер қатары бойынша мәліметтерден көп өзгермелілер болған жағдайда тиімді. Сөйтіп өзгермелілердік көп саны мүмкіндікті болып табылады және мұндай өзгермелілерде қайсы бір артықшылықар болады деп саналады. Мұнда артықшлық кейбір өзгермелілер бір-бірімен корреляцияға түсетінін білдіреді, бұл олардың бірдей құрылғыларды өлшеуіне байланысты болуы мүмкін. Осындай артықшылықтан байқалатын өзгермелерді негізгі компоненттердің ең аз санына кеміту мүмкін, олар бақыланатын өзгермелердің дисперсиясының басым бөлігін ескеретін болды [4].

1-ші суретте көрсетілген PCA-ны табу алгоритмі сигналды орталықтандыруды білдіреді. Ең басты және алдын ала қажетті өңдеу – сигналды орталықтандыру, яғни оның $m = \bar{x}$, орта векторын есептеп шығару, ол *x*-тік нөлдік орташасы бар өзгермеліні алу үшін керек. Мысалы $\{x_1, x_2, x_3, \dots x_N\}$мәнді берілгендерді N вектордың белгілері деп алғанда, мұнда дауыс жиілік негізінде анықталады, бұл алынған және сарапталынған болады. Белгілер векторларының орташа мәні $\bar{x}$ берілген және енгізілген сигналмен есептеледі.

$$\hat{x}=x_i - \bar{x}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$



Сурет1. PCA алгоритмінің блок схемасы

1-сурет. PCA алгоритмінің блок схемасы

IV. Нәтижелер

Қолданылатын берілгендер жиыны – жынысына қарай дауыстық берілгендердің жиыны 4120 жазу қамтылған, оның 2547-ерлер және 1550 әйелдер дауысы, ыңғайлы болу үшін ер және әйел жыныстық лейбтер 0 және 1 аралығында конверттеленеді.

Мұнда 1-суретте төрт түрлі динамик сигналдары деректер қоры және бір сынақ сигналы ретінде пайдаланылады. Графиктер негізгі компоненттерді талдау кезінде сигналдарды көрсетеді.

Әрбір жазу орта жиілік, және т.б.с.с. Әрбір динамика үшін макималдық сәйкестікті таңдау мақсатында біз корреляция коэфициентін пайдаланадық. Корреляция тәуелділікпен байланысты статистикалық қатынастардың мейлінше кең класының ішінен кез-келгеніне қатысты болып болып табылады. Корреляция дәрежесінің өлшем шамасы «корреляция коэфиценті» деп аталады. 1 кестеде әрбір динамикада берілгендер базасы бар енетін белгісіз дауыстың корреляциялық коэффициенті көрсетілген, мұнда енетін дауыс сигналын тек бір ғана динамикпен төрт дүркін беріледі.

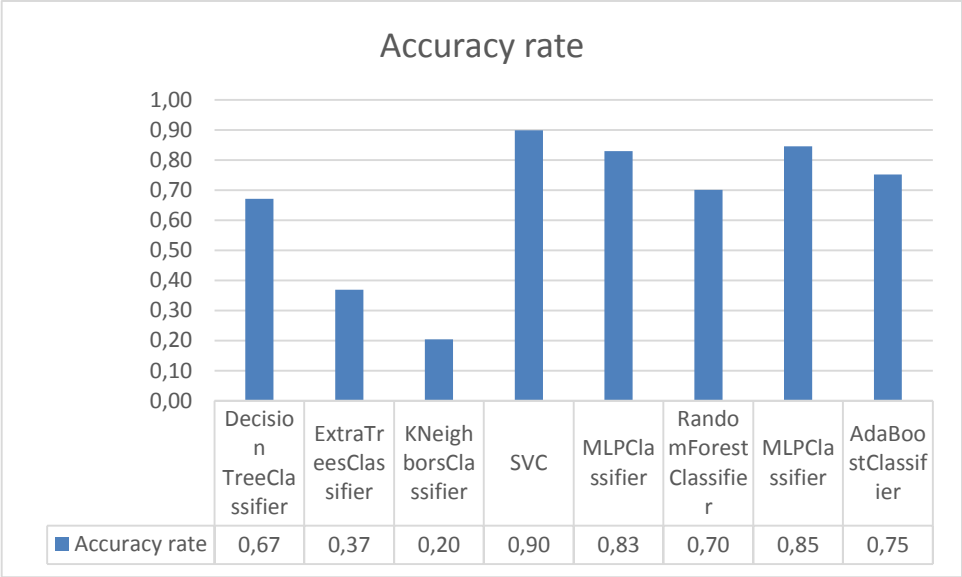
Жүргізілген эксперименттер нәтижесінде егер белгісіз енетін дауыс пен берілгендер базасында алдын ала жүктелген кез-келген сөйлеу сигналының арасында сәйкестік болатын болса, онда нәтижелер корреляция коэффициентінің жоғарғы мәнін бейнелейтіні және бұл нақты сөйлеу сигналы өз кезегінде, белгілі бір динамикті тексере алатыны анықталады.

Эксперименттер PCA алгоритмдерінің өнімділігін өлшеу үшін жүйеге нақты уақытта ендіру арқылы шуылды ортада жүргізіледі. Ол Python-ды қолдану арқылы жүзеге асты. 1 кестеде PCA көмегімен динамикті тану өнімділігінің артқанын көре аламыз. Бұл PCA мейлінше сенімді екенін көрсеттік.

Кесте 1. **PCA көмегімен алынған нәтиже**

Әдіс	Сөйлеуші	Дәлдігі (%)	Бірлік уақыты
PCA	1	75,00	3,63
	2	76,05	3,89
	3	78,02	4,15
	4	79,00	3,77

2-ші суретте зерттеу барысында қолданылған алгоритмдер нәтижелер дәлдігі және деректер жиынындағы жіктеу дәлдігі.

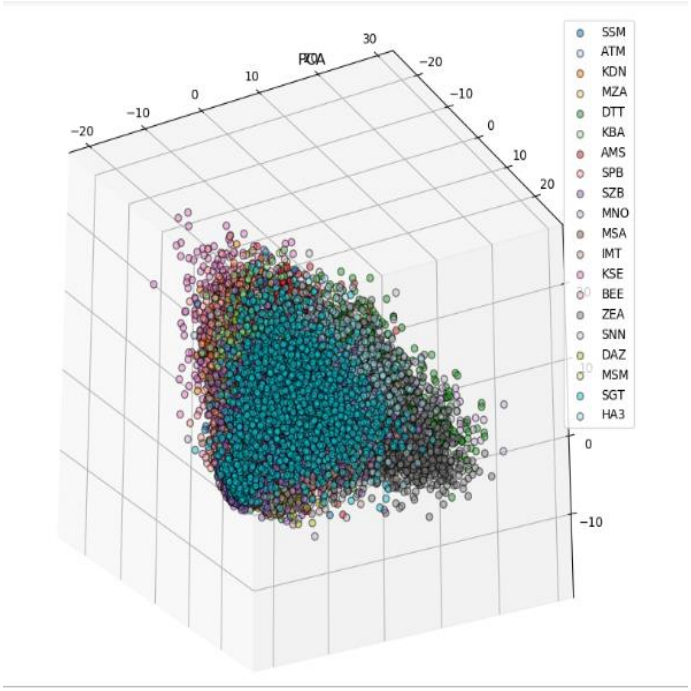


2-сурет. Алгоритмдер және деректер жиынындағы жіктеу дәлдігі

Диаграммадан көрініп тұрғандай, тірек векторлар әдісі және көп қабатты персептрон тиісінше 0,90 және 0,83 ең жақсы нәтижелер көрсетті.

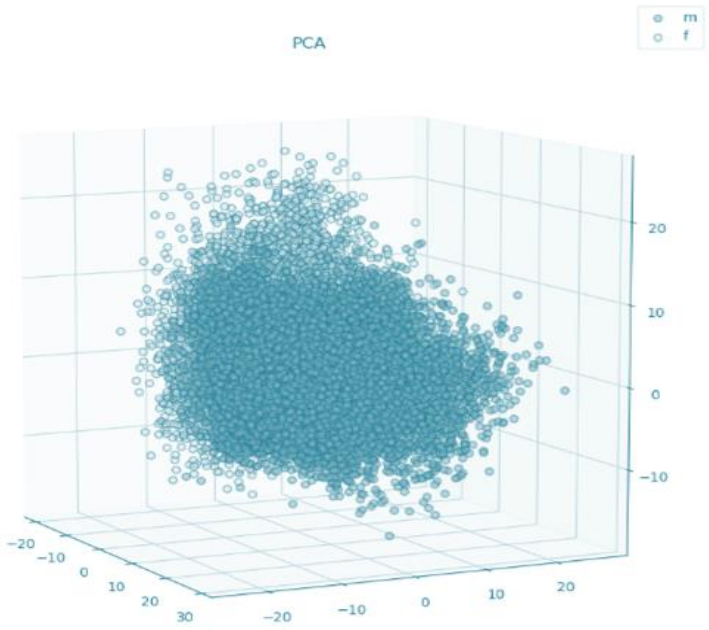
Зерттеу барысында бас компонент әдісімен 1 479 белгіге дейін өлшемдігін төмендетумен деректерде жіктеудің дәлдігі алынды.

3-ші суретте жоғарыдағы алгоритмдерді қолданғандағы 20 адамның даусын анықтауды көрсеткен нәтиже.



3-сурет. 20 адам дауысын анықтаудағы нәтиже.

4 –ші суретте алынған нәтижеде ер мен әйелдің дауыстарын анықтау көрсетілген. Ақшыл түстегі әйел дауысы, ал қою көк түстегі ер дауысы.



4-сурет. PCA-ны пайдаланғандағы ер,әйел дауысын анықтау.

Қорытынды

Берілген мақалада микрофон көмегімен нақы бір уақытта жиналған сапасы төмен әр түрлі сөйлеу сигналдарынан сапалы сөйлеу сигналдарын ажырату үшін PCA негізіндегі алгоритм пайдаланды. PCA – ны қайта құруды пайдалан отырып нақты бір уақытта тану үшін программалық алгоритм әзірленді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ali, Md Sadek, Md Shariful Islam, and Md Alamgir Hossain. "Gender recognition system using speech signal." *International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCSEIT)*, Vol. 2, No. 1, 2012, pp. 1-9.

[2] Alías, Francesc, Joan Claudi Socoró, and Xavier Sevillano. "A review of physical and perceptual feature extraction techniques for speech, music and environmental sounds." *Applied Sciences* 6, No. 5, 2016, pp. 143.

[3] Subramanian, Hariharan, P. Rao, and S. D. Roy. "Audio signal classification." *EE Dept, IIT Bombay*, 2004, pp. 1-5.

[4] Bach, Jörg-Hendrik, Jörn Anemüller, and Birger Kollmeier. "Robust speech detection in real acoustic backgrounds with perceptually motivated features." *Speech Communication*, Vol. 53, No. 5, 2011, pp. 690-706.

[5] Campbell, J. P., “Speaker recognition: a tutorial” Proceedings of IEEE, vol. 85, no. 9, pp. 1437-1462, Sept. 1997.

[6] Sadaoki Furui, “Digital Speech Processing, Synthesis and Recognition”, 2nd edition.

[7] Jian Yang; Zhang, D.; Frangi, A.F.; Jing-yu Yang; "Two-dimensional PCA: a new approach to appearance-based face representation and recognition," Pattern Analysis and Machine Intelligence, , IEEE Transactions on , vol.26, no.1, pp.131-137, Jan. 2004

[8] Jolliffe. I. T.;Principal Component Analysis”, Second Edition

[9] Aapo Hyvarinen, Juha Karhunen and Erkki Oja. “Independent Component Analysis”.

Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Мекебаев Н.О.

Голосовая гендерная классификация с использованием машинного обучения

Аннотация. Гендерная идентификация является одной из основных проблем речевого анализа сегодня. Отслеживание пол по акустическим данным, т. е. высота, медиана, частота и т. д. Машинное обучение дает многообещающие результаты. Результаты для задачи классификации во всех областях исследования. Наша сравнительная модель алгоритма оценки PCA алгоритмы машинного обучения на основе восьми различных метрик в гендерной классификации из акустических данных. Основным параметром при оценке любых алгоритмов является его производительность. Уровень классификации должен быть меньше в задачах классификации, что говорит о том, что уровень точности должен быть высоким. В этой статье система распознавания говорящего представлена два популярных многомерных инструмента, которые являются основным компонентом анализ (PCA).

Ключевые слова: Распознавание речи, голос, гендерная идентификация, PCA, SVM.

УДК 004.622

A. Issabek, R. Suliyev, G. Kessikbayeva, N. Sultanova, A. Bogdanchikov, K. Orynbekova
(Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan.
E-mail: ainur.issabek@sdu.edu.kz)

MODELLING OF CRITICAL LETTER TRANSMISSIONS IN KAZAKH ALPHABET ACCORDING TO BIG DATA ANALYSIS

Abstract. Kazakhstan goes to new level by switching to Latin. We are going to meet with a lot of changes in different fields of our life. There was a lot of publications around this issue. We tried to figure out the picture and express own view. By using Hadoop distributed system we are going to Analyze Big Data and define letters people often use in order to write critical letters in transmission. Then offer alphabet which will be more usable and useful according to real statistical numbers. As Abay Kunanbayev said ”Сен де бір кірпішсін дүниеде” (which means you make your contribution to the world as a part of it), we try to consider opinion of each citizen.

Key words: alphabet, critical letter, big data analysis, Hadoop distributed systems.

INTRODUCTION

Kazakhstan moves to Latin that was one of the stunning news in 2017. In April president of our country, Nursultan Nazarbayev, announced that till 2025 Kazakhstan will completely move from Cyrillic to Latin, that is why we should change our alphabet as soon as possible and be ready for new changes in education, literature, media, etc. [1]

There are a lot of different advantages for us to use Latin, let me remind some main reasons. The most important is becoming more communicative with all world. It is undeniably that English is the most used language nowadays and most of knowledge are written in English. For 20 of April 2018 the most used language in INTERNET is English 52.1% and only after that Russian 6.4%. [2]

The second is that language will become easy to write and read for oralmans (kazakh people who lived outside Kazakhstan and moved back to own homeland) and easy to learn for foreign people. In official dates written that starting from 1991 till 2016, 957 764 oralmans moved back to Kazakhstan, almost 1 million which is 10% of all Kazakh people of the Republic. By using Latin letters oralmans will socialize with native Kazakh more easily. [3, 4, 5]

This way Kazakh language become closer to English language. It is already known that government want to transfer to trilingual system in education. Using Latin letters in alphabet will seriously facilitate this transformation. [6, 7, 8]

Still there is a lot of disputes around this theme. People have lots of different opinions. The most active citizens offer different versions of alphabets in Latin, about 20 variants of alphabet was offered and still continue. [9, 10]

The main point is that by using Latin letters it is impossible to express all Kazakh letters, because we have unique sounds in our language. As a consequence some words will sound differently and maybe won't be used at all. As mentioned Kazakh man, as well as founder of the center of the Kazakh language Assalazar Toleu Aymaganbetova. [11]

The second difficulty is in education field of country. That is a big job to prepare teaches that will be able to teach students. Sure that young generation will smoothly switch to Latin since most of them learned English well enough to not have problem with new alphabet, but old generation are going to meet huge problems, just imagine how difficult it will be to study in old age. Old pensioner won't be able to read newspaper and relax, this joy will become stressful. Maybe some of old generation will continue to use old alphabet in order to skip the problem at all. Also we have to point library intractability. Books, magazines, journals, shortly all publications should be transferred to Latin. In this issue new applications which will transfer audio text on-line will be very useful for kids and old generation. Some of them already written and working. Ideas for new applications will grow in this historic transfer. [12, 13]

Are written statements, opinions, forecasting right or wrong will become clear after some time past. We also want to play a role in this historical turn of events. This article describes the process of modeling of critical letter transmissions in Kazakh alphabet according to big data analysis and as a result we will present new version of alphabet depended on opinion of millions people.

Let's see our initial alphabet and see what kind of alphabets did Kazakhstan used before and how it affected. In the last 100 years alphabet changed twice. Ocial alphabet was Arabic in 10-20 century, which contain 29 sounds and hamza. After that in 1928 Latin alphabet was approved. This transition was accompanied by heated discussions. The question of replacing the Arabic script with the Latin alphabet was decided during 3 years - from 1924 to 1927. The Arabic schedule was supported by Ahmet Baytursynov. He was the author of the scientifically grounded Arabic alphabet of the Kazakh language - 'Tate zhazu'. This alphabet is still used by Kazakhs who moved abroad, mainly to China.

Speaking against the abolition of the Arab system of inscription, Ahmet Baytursynov put forward such arguments as Latin letters are less suitable for the transfer of features of Kazakh phonetics. Of the 26 letters, you can apply only 15 without changes and 7 with variations. And the Kazakh alphabet of 1924 used 24 signs of the Arabian system (19 unchanged, and 5 corrected).

And Kazakh fonts based on the Latin script, prepared for the production of printed products, had to be changed.

The Latins expressed their arguments in this discussion. Their inspirer, the Kazakh linguist Teljan Shonanov, argued against the Arabian link: 1. Diacritical signs (signs indicating that the sound is read differently than without it) complicated the study of the alphabet. 2. The difference in the outline of letters, depending on their location in the word. 3. Fuzzy outlines of signs, which made reading dicult. 4. The inability to use the Arabic alphabet for special texts: music, scientific works, where there are formulas, 2 etc.

After in the beginning of 1930 years Soviet Government effort universal Cyrillization. Alphabet was developed in 10 years. New alphabet which was offered by Sarsen Amanzholov approved in 1940, there was 41 letters. 32 of them adopted from Russian and 9 special signs that conveyed the uniqueness of the Kazakh language [14]

This analysis will define all variants of combinations people used to use to define critical letters of Kazakh language. Collect millions of different writings from different Kazakhstan citizens by giving chance to each of us to play his/her role in creating new alphabet. So we are trying to draw realistic picture that already present today in our country by collecting opinions of all people in our country and analyze them.

IMPLEMENTATION

Project process include 3 steps. Data Collection, Analysis Engine, Decision Engine. Let us describe it in details.

In order to collect data application with intuitively easy interface should be on-line and collect the questionnaire. Main task of user is to rewrite text which is written by using Cyrillic letters to Latin letters. Obvious that the text should be filled intuitively. As a text we took grandiose book Abay Zholy. Each new user will receive updated sentences from the book and after book finishes it starts from first sentences again by making unlimited loop. The more information we get more exact will be the result. All information will be saved as well as all unique id of users. All data will be stored in relational database, which will then be used to perform analysis.

The second step is to analyze the data. As a platform we are going to use Apache Hadoop, which is an open source framework. Hadoop is a distributed system based on claster of a commodity hardware which can be used to process and store large amounts of data. Mapreduce paradigm is used while processing the data. Modules in Hadoop are designed with fundamental assumption where the hardware fails are automatically handled by framework. The file system of Hadoop consists of a storage part located in the apache core, and it is splitted up into large blocks so that among clusters it is distributed. It allows the code to process the data parallely. Mapreduce programming model is an implementation process which is used for large-scale data processing. [15]

And the last and most exciting step is decision engine, to identify the most suitable alphabet according gained results. Calculate most useful and usable variant of alphabet which will help our citizens smoothly switch to Latin letters and remember this switch as bright step of history.

CONCLUSION

Any transition to new, always difficult, this work is a step to do it easier, smooth and skip aftermaths. Data that we are going to analyze is more realistic since is not objective opinion of one person. "The transition to the Latin alphabet should not cause discomfort to the people of Kazakhstan. This requires a lot of work, as well as a clear understanding of the goal" - said political scientist Eduard Poletayev. [16]

REFERENCES

[1] N. Nazarbayev. Болашаққа бағдар: рухани жаңғыру. // Kazakhstan Institute of Strategic Studies under the President of the Republic of Kazakhstan, Astana, 2017.

[2] Languages used on the internet, January 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Languages_used_on_the_Internet.

[3] Оралманы, September 2016. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%BC%D0%B0%D0% BD%D1%8B.

[4] С переходом на латиницу желающих изучать казахский язык станет больше, October 2017. http://khabar.kz/ru/news/obshchestvo/item/92373-s-perekhodom-nalatinitsu-zhelayushchikh-izuchat-kazakhskij-yazyk-stanet-bolshe.

[5] A. Platonova. В Парламенте обсудили переход казахского языка на латиницу. // Общественно-политическая газета «Литер», 136(3211), September 2016.

[6] Трехъязычие как пропуск в большой мир, September 2017. https://www.nur.kz/1618075-trekhyazychie-kak-propusk-v-bolshoymir.html.

[7] N. Lykova. Назарбаев разъяснил свои слова, сказанные о трехъязычие. March 2017. https://bnews.kz/ru/dialog/authors/nadezhda-lykova.

[8] A. Aimoldina S. Zharkynbekova, D. Akynova. The linguistic landscape in kazakhstan: globalization, triglossia and other challenges. March 2017.

[9] K. Zhdanov. 20 вариантов алфавита на латинице предложили казахстанцы, September 2017. https://informburo.kz/novosti/razrabotchiki-proekta-po-perehodu-nalatinicu-razbirayut-20-variantov-alfavita.html.

[10] N. Temirgaliyev, K. Nurtazina, E. Bailov, N. Nauryzbaev, A. Zhubanysheva, M. Zhainibekova, G. Taugynbaeva, A. Shomanov, G. Zhaksylykova, E. Nurmoldin, and Sh. Abikenova. Kazakh alphabet from itminv enu named after l.n. gumilev, November 2017.

[11] Z. Sagidullakyzy. Переход на латиницу: Что думают общественные деятели о реформе казахского языка, April 2017. https://informburo.kz/stati/perehod-na-latinicu-chto-dumayutobshchestvennye-deyateli-o-reforme-kazahskogo-yazyka.html.

[12] Приложение – конвертер казахского на латиницу разработали в РК, September 2017. https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/prilojenie-konverter-kazahskogolatinitsu-razrabotali-rk-326220/.

[13] M. Gareyeva. Приложение для перевода на латиницу переделали под утвержденный алфавит, October 2017. https://informburo.kz/novosti/prilozhenie-dlya-perevoda-na-latinicuperedelali-pod-utverzhdyonnyy-alfavit.html.

[14] Казахский алфавит: история, October 2017. https://www.nur.kz/1661560-kazakhskiy-alfavit-istoriya.html.

[15] K. Dhanapriyadharsini K. Tamilselvi, V. Sumithra. Big data analytics using hadoop technology, January 2018.

[16] S. Shesternyova. Переход на латиницу – шаг в будущее, September 2017. https://liter.kz/ru/articles/show/36738-perehod_na_latinicu_shag_v_budushee.

Исабек А., Сулиев Р. Н., Кесикбаева Г., Султанова Н., Богданчиков А.В.

Үлкен деректерді талдау бойынша қазақ әліпбиінде жазбаша ауысуларда критикалық әріптерді модельдеу

Түйіндеме. Қазақстан латын тіліне ауысып, жаңа деңгейге шығуда. Өміріміздің әртүрлі бағыттарында көптеген өзгерістер күтуде. Бұл мәселе бойынша көптеген жарияланымдар болып жатыр. Қорытынды жасап өз пікірімізді білдіргіміз келді. HADOOP-ты пайдаланып үлкен деректерді талдап, трансляция арқылы электрондық хаттарды халыққа жазғыздырып үлкен деректерді жинаймыз. Содан кейін нақты статистикалық сандарға қарай отырып, ең ыңғайлы әрі оңай әліпбиді ұсынамыз. Абай Құнанбаев айтқандай: «Сен де бір кірпішсін дүниеде». Әр адамның пікірін қолданып жаңа әліпби ұсынамыз.

Кілт сөздер: әліпби, критикалық әріптер, үлкен деректерді талдау, Hadoop таратылған жүйелер.

Исабек А., Сулиев Р. Н., Кесикбаева Г., Султанова Н., Богданчиков А.В.

Моделирование критических буков при письменных переходах в казахском алфавите в соответствии с анализом больших данных

Резюме. Казахстан выходит на новый уровень, переходя на латынь. Мы на пути к большим переменам в различных областях жизнедеятельности. Было много публикаций и мнений вокруг этого вопроса. Мы постарались проанализировать ситуацию и высказать собственное мнение. Используя HADOOP, будет проанализированы большие данные в которых использовано мнение каждого жителя нашей страны, таким образом выясниться самые легкие символы для критических букв.

Ключевые слова: алфавит, критические буквы, анализ больших данных, распределенные системы Hadoop.

УДК 656.212

Zh. Altaeva, Z. Bitileuova, G. Muratbekova

STUDY OF TRAIN FORMATION WITH A SOLID SCHEDULE OF FREIGHT TRAINS

Abstract. The article deals with the substantiation of train formation regularities at technical stations and the method of their implementation to determine the conditions and scope of the solid schedule of freight trains.

Key words: train schedule, available capacity, fixed schedule, train flow, railway section capacity

Ж.Ж. Альтаева, З.К. Битилеуова, Г.В. Муратбекова
(КазАТК им. М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: zhanar1009@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЕЗДООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТВЕРДОМ ГРАФИКЕ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Аннотация. В статье рассмотрены обоснование закономерностей поездообразования на технических станциях и метода их реализации для определения условий и сферы применения твердого графика движения грузовых поездов.

Ключевые слова: график движения поездов, *наличная* пропускная способность, твердый график, поездопоток, пропускная способность железнодорожного участка

Введение. Железнодорожный транспорт имеет большое народнохозяйственное значение в жизни нашего государства, так как он связывает в единое целое все районы страны, обеспечивает нормальный оборот продуктов промышленности и сельского хозяйства благодаря своевременным грузовым перевозкам, удовлетворяет потребности населения в передвижении. Дальнейшее социально-экономическое развитие страны ставит перед железнодорожным транспортом новые задачи по увеличению размеров и повышению качества перевозок. Большое значение для совершенствования перевозочного процесса железнодорожного транспорта имеет слаженность в работе всех его подразделений, что обеспечивается организацией движения поездов по графику. График движения определяет план работы всех подразделений железнодорожного транспорта, связанных с движением поездов. Уровень эксплуатационной работы железных дорог в определенной степени зависит от качества разработки графика движения поездов.

Для грузовых поездов, как и для пассажирских, график необходимо строить сквозным на всем протяжении маршрута следования. Это обеспечивает согласование работы смежных участков, лучшее использование локомотивов, увеличение маршрутной скорости и определяет требования к технологии работы технических станций по пропуску поездов. Увязка графика движения поездов с технологией работы станций позволяет наряду с лучшим использованием пропускной способности участков и станций надежно обеспечить все требования по безопасности движения поездов. Такую роль в организации грузового движения график сможет играть лишь тогда, когда будет достигнуто его соответствие реальным условиям организации поездной работы. Решить эту задачу позволяет специализация ниток графика по назначениям плана формирования.

Методы. Управление поездообразованием на сортировочной станции является сложной многовариантной задачей. При гибком графике в процессе решения этой задачи определяется очередность подвода поездов в переработку и транзитных, очередность обработки составов по прибытию и отправлению, очередность надвига, роспуска, окончания формирования и обеспечения сформированных и транзитных поездов локомотивами и бригадами. В зависимости от ситуации, складывающейся на направлении и на станции, выбираются различные критерии в работе. В обычных условиях в первую очередь подводятся к станции и продвигаются по технологической цепи поезда, в которых содержатся замыкающие группы.

В условиях твердого графика управление поездообразованием основано на твердых нитках графика, что предопределяет переход вагонов на сортировочных станциях из одних поездов в другие. Такой организацией создается прочная технологическая база для своевременной доставки грузов. Основным критерием для диспетчерского управления поездной работой является минимизация отклонений от графика. Поэтому процесс организации поездной работы требует наличия базовой

технологической схемы. Для моделирования процесса поездообразования на сортировочных станциях в условиях твердого графика необходимо определить факторы, влияющие на этот процесс. Эти факторы могут быть выражены в виде исходных данных и промежуточных расчетных параметров, взаимосвязь между которыми определяет получение результативных характеристик.

Математико-статистическая обработка результатов работы производилась с помощью табличного редактора *Excel* и пакета программ по статистической обработке данных *Statistica for Windows* и *MINITAB*. Данные о прибывающих с каждым поездом группах вагонов отдельных назначений получены на основе накопительных ведомостей сортировочной станций Алматы - 1 за 14 суток непрерывно. Для исследования взяты с четной системы 18, а с нечетной 15 назначений. Поскольку многие назначения имеют малую величину суточного вагонопотока, путем попарного объединения их смоделированы более крупные назначения, что позволило расширить диапазон исследуемых назначений. В итоге для дальнейшей обработки получено 178 назначений за 14 суток. По каждому назначению определены суточные вагонопотоки $U_{сут}$.

Результаты и обсуждение. Согласно результатам расчета [2] месячный срок действия в поездной работе при постоянных в течение месяца размерах грузового движения и нефиксированных весе и длине составов на основе использования твердых ниток графика по стоимостным показателям является оптимальным. Такой период хорошо согласуется и с периодом действия именных графиков работы локомотивных бригад. Так как в статье рассматривается твердый график движения грузовых поездов, основанный на обращении поездных локомотивов и локомотивных бригад, то следует моделировать процесс накопления на месячный срок (31 день, 1-е сутки служат для определения переходящего остатка). Для расширения объема данных, собранных на станции Алматы - 1 за 14 суток, будет использован метод математического моделирования, как это показано в [8].

Впервые изучение закономерности колебания величины групп вагонов выполнено сравнительно давно в работе А.И. Платонова [9]. В результате исследования поступления групп вагонов на четыре назначения в течение пяти дней, им было установлено, что чем меньше число вагонов в группе, тем чаще их прибытие. Далее изучение колеблемости величины групп вагонов выполнено Е.А. Сотниковым. Проведенное им исследование подтвердило наличие указанной закономерности. Исследование выполнялось для целей моделирования процесса накопления составов поездов в сортировочном парке. В результате обработки статистических данных установлено, что распределение величины групп вагонов подчиняется показательному закону распределения. Статистическая проверка согласованности теоретического показательного и фактического распределений произведена по критерию и дала положительные результаты. На рис. 1. частота поступления величины групп вагонов показана в виде гистограммы, а сплошной линией – теоретическая кривая распределения. Из рисунка видно, что теоретическое и статистическое распределения близки.

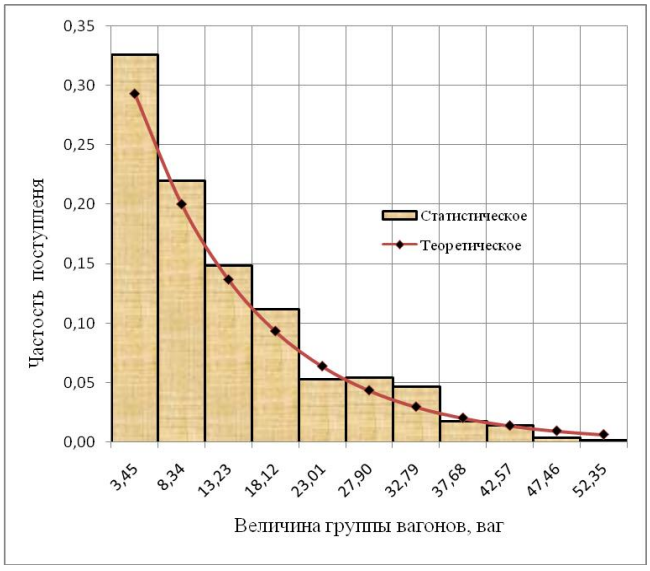


Рис.1. Распределение величины групп вагонов при $U_{сут}$=440 ваг, $m_{гр}$=12,04 ваг.

При показательном законе распределения функция распределения для величины прибывающей группы m_i примет следующий вид:

$$F(m_i) = 1 - e^{-\frac{m_i}{m_{гр}}} \quad (1)$$

где $m_{гр}$ – средняя величина группы данного назначения, ваг (значения $m_{гр}$ определены по статистическим данным для каждого назначения).

В процессе моделирования текущее значение величин групп, поступающих на назначение, определяется по формуле:

$$m_i = m_{гр} \ln z_i \quad (2)$$

где z_i – случайное число из совокупности случайных чисел, равномерно распределенных в интервале $0 \leq z_i \leq 1$.

Формула (2) реализуется при ограничении $0 \leq m_{гр} \leq 60$, а в – $0 \leq m_{гр} \leq 30$. Поскольку верхняя граница органичения $m_{гр}^{max}$ зависит от средней величины групп, то эту границу надо реализовать по-разному для соответствующих величин групп (а не строго давать для всех назначений). Поскольку на путь накопления может поступить минимум один вагон, то нижнюю границу ограничиваем как один вагон. Для определения $m_{гр}^{max}$ для каждого назначения использован критерий проверки подозрительных (с точки зрения погрешностей) результатов наблюдений Смирнова [12]. Согласно этому критерию, для установления принадлежности «подозрительного» результата данной группе измерений служит граница, отнесенная от центра распределения на величину $t \cdot S$, т. е. отсутствие принадлежности имеет место при выполнении условия:

$$|x_{iпод} - X_{ц.р.}| \geq t \cdot S, \quad (3)$$

где $x_{iпод}$ – результат наблюдения, проверяемый на наличие грубой погрешности (в нашем случае $m_{гр}^{max}$);

$X_{ц.р.}$ – статистическое среднее, вычисленное по всем значениям выборки (в нашем случае $m_{гр}$);

S – статистическое среднеквадратическое отклонение (СКО), вычисленное по всем значениям выборки (в нашем случае среднеквадратическое отклонение средней величины группы $\sigma_{гр}$);

t – коэффициент, зависящий от вида и закона распределения, объема выборки, уровня значимости.

Критерий Смирнова используется при объемах выборки $n \geq 25$ или при известных значениях генеральных среднего и СКО. Таким образом, границы погрешности зависят от вида распределения, объема выборки и выбранной доверительной вероятности. Для реализации этого критерия вычисляются действительные значения квантилей распределения (наблюдаемое значение критерия) по формуле:

$$\beta = \frac{max\left|m_{гр}^{max} - m_{гр}\right|}{\sigma_{гр}} \quad (4)$$

Найденное значение сравнивается с критериальным β_k, приведенным в таблице 1. В случае $\beta_k > \beta_k$, величина данной группы не является грубой погрешностью и не исключается из выборки. Рассмотрим пример применения критерия Смирнова для исключения большей величины группы при определении закона их распределения. В таблице 1 приведен вариационный ряд распределения числа вагонов, поступивших на одно из назначений плана формирования сортировочной станции Алматы 1 за 14 суток. Число наблюдений n за это время составило 521. Определение числовых характеристик статистического распределения ($m_{гр}$, $m_{гр}^{max}$ и $\sigma_{гр}$) производилось с помощью пакета программ по статистической обработке данных *Statistica for Windows* и *MINITAB*, и результаты зафиксированы в таблице 2.2. Требуется определить, не содержит ли результат наблюдения 53 ваг. грубую погрешность ($m_{гр}^{max}$=53 ваг). По формуле (4) определяем:

$$\beta = \frac{|53 - 12{,}04|}{10{,}86} = 3{,}77$$

Таблица 1 - **Вариационный ряд поступление величин групп вагонов на путь назначение**

Величина группы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	-
Всего наблюдений	66	37	29	24	32	23	16	25	21	23	21	11	328
Величина группы	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	-
Всего наблюдений	16	14	11	13	6	13	8	15	9	3	3	7	118
Величина группы	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	-
Всего наблюдений	4	6	3	7	5	6	8	2	8	5	1	2	57
Величина группы	38	39	40	41	42	44	45	47	49	50	52	53	-
Всего наблюдений	3	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	18
Всего													521

Таблица 2 - **Числовые характеристики статистического распределения для проверки погрешности $m_{гр}^{\max}=53$ ваг.**

n	$m_{гр}$	$m_{гр}^{\max}$	$\sigma_{гр}$
521	12,04	**53,00**	10,86

Для уровня значимости q=0,05 и объема выборки n =521 находим β_k = 3,703. Так как не соблюдается условие $\beta_k>\beta$, то можно сделать вывод, что результат $m_{гр}^{\max}$=53 ваг содержит грубую погрешность и должен быть исключен при дальнейшей обработке результатов наблюдений.

Определяем числовые характеристики статистического распределения повторно с исключением $m_{гр}^{\max}$=53 ваг и записываем в таблице 2.3.

Таблица 3 - **Числовые характеристики статистического распределения для проверки погрешности $m_{гр}^{\max}=52$ ваг.**

n	$m_{гр}$	$m_{гр}^{\max}$	$\sigma_{гр}$
520	11,96	**52,00**	10,72

Требуется определить, не содержит ли результат наблюдения $m_{гр}^{max}$=52 ваг грубую погрешность. По формуле (4) определяем:

$$\beta=\frac{|52-11,96|}{10,72}=3,74$$

Также сравниваем с β_k=3,703. Так как не соблюдается условие $\beta_k>\beta$, то можно сделать вывод, что результат $m_{гр}^{\max}$=52 ваг содержит грубую погрешность, и должен быть исключен при дальнейшей обработке результатов наблюдений.

Определяем числовые характеристики статистического распределения повторно с исключением $m_{гр}^{\max}$=52 ваг и записываем в таблицу 4.

Таблица 4 - **Числовые характеристики статистического распределения для проверки погрешности** $m_{гр}^{\max} = 50$ **ваг.**

n	$m_{гр}$	$m_{гр}^{\max}$	$\sigma_{гр}$
519	11,88	50,00	10,59

Требуется определить, не содержит ли результат наблюдения $m_{гр}^{\max}$ =50 ваг грубую погрешность. По формуле (4) определяем:

$$\beta = \frac{|50 - 11{,}88|}{10{,}59} = 3{,}60$$

Также сравниваем с β_k=3,703. Так как соблюдается условие $\beta_k > \beta$, то можно сделать вывод, что результат $m_{гр}^{\max}$ =50 ваг не содержит грубую погрешность, и не должен быть исключен при дальнейшей обработке результатов наблюдений. Следовательно, для данного назначения формула (2) реализована при ограничении $1 \leq m_{гр} \leq 50$.

В таблице 5 приведены значения $m_{гр}^{\max}$, подсчитанные аналогичным образом и для других назначений при $m_{гр}$=*4-15* ваг при различных значениях суточных вагонопотоков.

Таблица 5 - **Результаты определение погрешности** $m_{гр}^{\max}$ **ваг.**

$m_{гр}$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$m_{гр}^{\max}$	30-35	32-38	35-43	40-45	40-46	42-48	44-52	47-54	49-55	50-55	52-56	54-60

Таким образом, в статье формула (2) реализована при ограничении $1 \leq m_{гр} \leq m_{гр}^{\max}$. Подставляя в (2) величину $m_{гр}$, а z_i - из специальной стандартной программы *Excel*, определен порядок поступления групп m_i на назначение. В результате для определения средней величины группы вагонов, поступающих на путь накопления в зависимости суточного вагонопотока, предлагается следующая эмпирическая формула:

$$m_{гр} = 0{,}02U_{сут} + 4{,}03, \text{ ваг} \qquad (5)$$

Ранжирование по тесноте связи полученных данных показало высокую точность сходимости, характеризующуюся коэффициентом детерминации R^2=0,902 (рисунок 2).

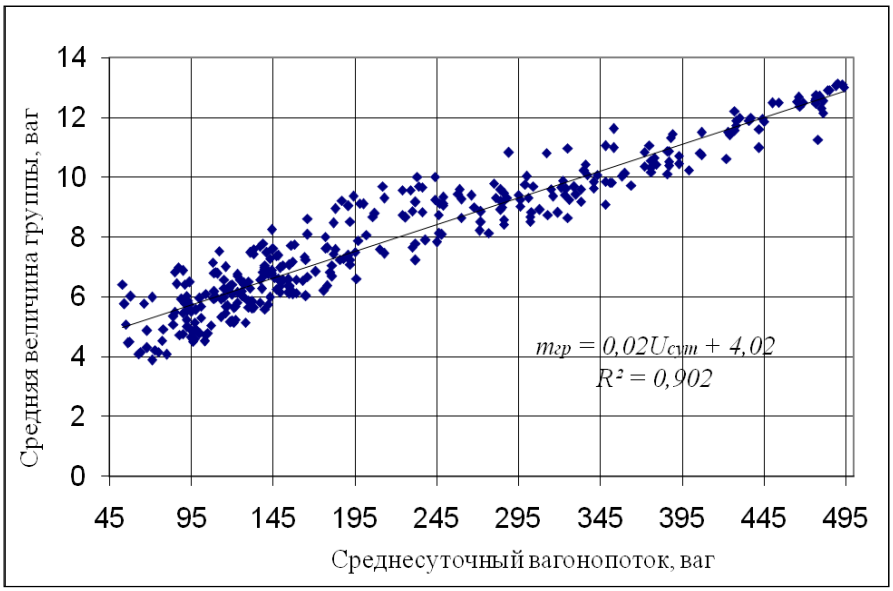


Рис. 2 Зависимость средней величины группы вагонов, поступающих на путь накопления от размера среднесуточного вагонопотока

Поскольку для каждого назначения плана формирования группы вагонов поступают неравномерно как по времени, так и по количеству вагонов в группе, то для моделирования моментов поступления групп вагонов необходимо определить закон распределения интервалов времени

Для определения этих закономерностей используется теория восстановления. В статье для определения закона распределения интервалов времени между смежными группами вагонов используется метод математической статистики [6]. Установлено, что распределение интервалов времени между смежными группами вагонов подчиняется показательному закону распределения. Статистическая проверка согласованности теоретического показательного и фактического распределений произведена по критерию Романовского [6] и в большинстве случаев дала положительные результаты. На рисунках 3-4 частота статистической величины интервалов времени между смежными группами вагонов показана в виде гистограммы, а сплошной линией – теоретическая кривая распределения. Из рисунков видно, что теоретическое и статистическое распределения близки.

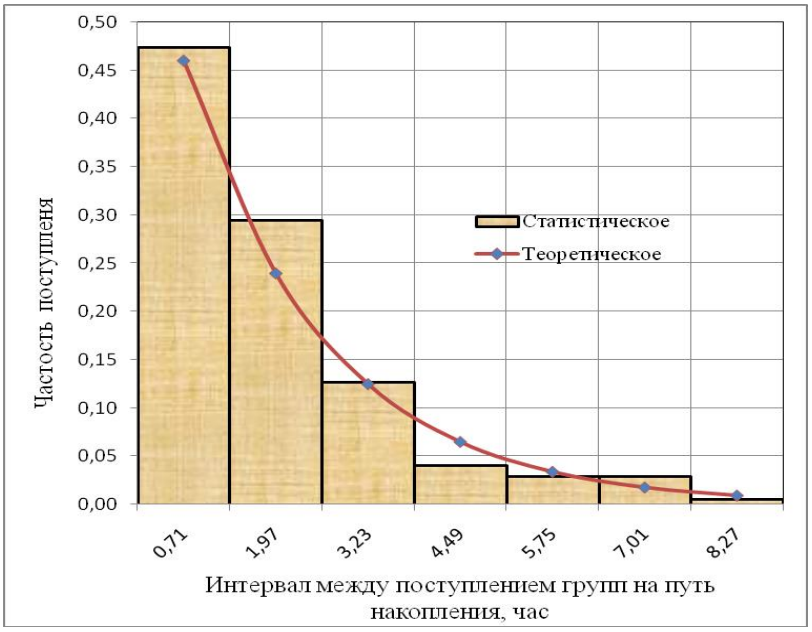


Рис.3. Распределение величины интервалов времени между смежными группами вагонов при $U_{сут}$=87 ваг, $m_{гр}$=6,96 ваг и $I_{ср}$=1,92 час.



Рис.4. Распределение величины интервалов времени между смежными группами вагонов $U_{сут}$=383 ваг, $m_{гр}$=12,75 ваг и $I_{ср}$=0,80 час.

При показательном законе текущая величина интервала определяется по формуле:

$$I_i = I_{cp} |lnz_i| \quad (6)$$

где I_{cp}– средний интервал между группами, час (значение I_{cp} определен по статистическим данным для каждого назначения).

Моделирование интервалов между поступлением групп вагонов на сортировочную станцию в течение 17 суток и на их основе разработку графика поступления групп вагонов на путь назначения производим следующим образом.

Прибытие первой группы на назначение принимаем - в 00:00. Из таблицы случайных чисел произвольно выберем число, затем возьмём натуральный логарифм произведения и умножим на величину I_{cp} для данного назначения. Полученный результат преобразуем в минуты и прибавляем к предыдущему времени прибытия группы. Например, для I_{cp},=0,61 час:

$$I_1 = 0{,}61/\ ln0{,}7956/ = 0{,}38 \text{ час} = 23 \text{ мин.}$$

Второя группа поступает в 00:23.

$$I_2 = 0{,}61/\ ln0{,}8643/ = 0{,}24 \text{ час} = 14 \text{ мин.}$$

Третья группа поступит на сортировочную станцию в 00:37 и т. д. до конца расчётных 17 суток. Все расчеты сделаны с помощью специальных стандартных программ *Excel*.

Полученный таким образом график поступления групп на путь назначения ставим соответствующую величину групп вагонов (полученную из формулы (2)) и получаем поступление вагонов на назначение за 31 сутки непрерывно.

При гибком графике состав считается накопленным, если его вес или длина соответствует норме. Поэтому для моделирования процесса накопления значения m_i, полученные из формулы (2), суммируются до тех пор, пока не будет выполнено условие $\sum m_i \geq m_{от}$, т.е. до получения значения нормы отправляемого состава. Затем суммируются соответствующие значения $\sum I_i$, полученные из формулы (6), в результате чего получают величину периода накопления *i*-го поезда. Повторяют данный цикл много раз и записывают значения T_i для установления закономерностей составообразования в сортировочных парках.

Поскольку в твердом графике накопление составов завершается в зависимости от расписания отправления поездов, то для моделирования процесса накопления значения m_i, полученные из формулы (2), суммируются до времени прибытия последний группы соответствующих ниток. Поэтому при твердом графике для установления закономерностей составообразования требуется исследовать величину поступления вагонов на расчетные периоды (между нитками графика).

Выводы. Неполный твердый график целесообразен для размеров движения один-два поезда в сутки при γ>0,86, для размеров движения три поезда в сутки при γ>0,74 и для размеров движения от четырех поездов в сутки при γ>0,71 для любой протяженности маршрута следования. Этот вид графика может рассматриваться как переходный вариант к полному твердому графику.

13. Гибкий график движения грузовых поездов целесообразен для всех размеров движения в сутки при γ<0,70 для любой протяженности маршрута следования и в других случаях при нецелесообразности твердого графика

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кудрявцев В.А., Волчанинов В.А., Бураченко В.Н. Условия применения твердого графика движения поездов / Сб. науч. трудов РАТ «Актуальные проблемы транспорта». Том 3. – Спб. – 2002. – С. 86-96.

[2] Третьяк Л.Н. Обработка результатов наблюдений / Учебное пособие. –Оренбург: ГОУ ОГУ. – 2004. – 171 с.

[3] Никитин А.В. Совершенствование методики расчета и параметров твердого графика движения грузовых поездов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Самара. – 2000. – 25 с.

[4] Кручинин А.В. Организация вагонопотоков на сортировочных станциях в условиях стабилизации графика движения поездов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Самара – 1999. – 24 с.

[5] Швечиков И.П., Истомин И.С., Бородин А.Ф. Твердый график в грузовом движении / Железнодорожный транспорт. – 1997. – № 1. – С. 12-15.

[6] Применение математических методов в эксплуатационных расчетах на железнодорожном транспорте / Методические указания. Часть II. Под общей ред. В.А.Кудрявцева. – Ленинград. – 1977. – 55 с.

[7] Быкадоров А.В., Пешков А.М. Применение математических методов в управлении процессами перевозок: Учебное пособие. – СГАПС. – 1995. – 68 с.

[8] Платонов А.И. Взаимодействие процессов на сортировочных станциях (теория, практика и расчеты). М.: Трансжелдориздат - 1955. – 224 с.

Альтаева Ж.Ж., Битилеуова З.К., Муратбекова Г.В.
Жүк поездары нақты қозғалыс кестесі кезінде пойызқұрастыруды зерттеу
Түйіндеме. Мақалада негіздеу заңдылықтарын поездообразования техникалық станцияларда және әдісі, оларды жүзеге асыру шарттарын анықтау үшін және қолдану аясын қатты қозғалыс кестесі, жүк поездары сипатталған.
Ключевые слова: поездар қозғалысының кестесі, қолма-қол өткізу қабілеті, қатты кестесі, пойызағын, темір жол учаскесінің өткізу қабілеті.

УДК 656.212

Ж.Ж. Альтаева, М.Н. Айкумбеков, Г.В. Муратбекова
(КазАТК им. М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: zhanar1009@mail.ru)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НА УЧАСТКЕ БЕЙНЕУ – ШАЛКАР

Аннотация. В статье рассмотрены методы проведения мероприятий по увеличению пропускной способности однопутных линий на участке Бейнеу – Шалкар - это строительство двухпутных вставок для безостановочного скрещения поездов.
Ключевые слова: график движения поездов, наличная пропускная способность, перерабатывающая способность станции, поездопоток, пропускная способность железнодорожного участка

Важнейшей характеристикой инфраструктурного комплекса, непосредственно влияющей на качественные показатели перевозочного процесса, является наличная пропускная и перерабатывающая способность важнейших элементов инфраструктуры: железнодорожных участков и станций.

Благоприятное географическое расположение Казахстана внутри Евроазиатского континента, наличие развитой транспортной сети, стабильная внутриполитическая обстановка и динамично развивающаяся экономика создали необходимые предпосылки для формирования в границах Республики Казахстан солидного транзитно-транспортного потенциала, максимальное использование которого – важнейшая хозяйственная задача и один из приоритетов стратегии экономического развития страны на ближайшие десятилетия.

Однако, сама наличная пропускная способность, например, железнодорожных участков, не дает достаточно полной оценки параметров функционирования линии, влияющих на качество перевозочного процесса. Наиболее общей характеристикой такой оценки выступает уровень использования пропускной способности (коэффициент загрузки), позволяющий определить условия функционирования конкретных железнодорожных участков. Коэффициент загрузки устанавливается отношением потребной пропускной способности к наличной, а разница между наличной и потребной – является резервом пропускной способности.

В ближайшей перспективе следует ожидать существенный рост размеров грузового движения по участкам, входящим в транспортные коридоры, что, несомненно, потребует увеличения их пропускной способности.

В этой связи проблема реальной оценки пропускной способности железнодорожных линий является актуальной, и ее решение является основой не только для оценки этапного усиления железнодорожных участков, но и для определения качественных параметров перевозочной работы.

Эффективное средство увеличения пропускной способности однопутных линий – строительство двухпутных вставок для безостановочного скрещения поездов. Двухпутные вставки с удлинением станционных путей обеспечивают увеличение пропускной способности при уровне эксплуатационных расходов, характерном для двухпутных линий. Капиталовложения при этом почти в 2 раза меньше, чем на двухпутную линию.

В таблице 1 показано улучшение эксплуатационных показателей однопутных линий при различных реконструктивных мероприятиях (в % по сравнению с показателями для линии с системой связи при движении поездов - автоматическая блокировка) [1].

Таблица 1. **Улучшение эксплуатационных показателей при различных мерах увеличения пропускной способности, %**

Постоянные устройства	Пропускная способность, %	Участковая скорость, %	Количество остановок на пару грузовых поездов, %
Однопутная линия с автоблокировкой и с частично пакетным графиком	100	100	100
Двухпутные вставки протяженностью 50% длины участка	140-150	150-160	35-40
Двухпутная линия с автоблокировкой	500-600	160-170	5-10

Таким образом, для обеспечения пропуска нарастающего объема перевозок грузов по железнодорожной линии Бейнеу – Шалкар необходимо проведение следующих реконструктивных мероприятий:

- на участке Бейнеу – Тассай необходимо предусматривать укладку двухпутных вставок, за счет чего увеличится пропускная способность участка до требуемого размера;
- по станции Бейнеу необходимо предусмотреть строительство дополнительных приемоотправочных путей и удлинение существующих;
- по станции Тассай необходимо предусмотреть удлинение существующих приемоотправочных путей;
- по станции Шалкар необходимо предусмотреть удлинение существующих приемоотправочных путей [2].

План мероприятий по усилению пропускной способности железнодорожного участка Бейнеу - Тассай, и решающих станций данного участка с рассчитанным эффектом представлен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. **План мероприятий по усилению пропускной способности участка Бейнеу – Тассай**

Перегоны (длина, км)	Существующая пропускная способ-ность, пар поездов	Необходимая пропускная способность для реализации прогнозных объемов грузопе-ревозок, пар поездов	Мероприятия по усилению пропускной способности для прогнозируемого объема грузопотока	Пропускная способность после проведения мероприятий по усилению, пар поездов
ст. Бейнеу – рзд. Алтай (11,6 км)	14	15	Повышение скорости движения грузовых поездов до 25 км/ч (существующая скорость 17 км/ч) после проведения капитального ремонта пути на новых материалах.	19
ст. Туруш – рзд. Сарша – рзд. Жаркум (54,6 км)	13	15	Укладка 1-ой двухпутной вставки длиной 14,6 км	16
рзд. Жаркум – рзд. Токсанбай – ст. Курсай (50,4 км)	13	15	Укладка 1-ой двухпутной вставки длиной 10,4 км	16
ст. Курсай – рзд. Санкибай – рзд. Сагыр (51,4 км)	13	15	Укладка 1-ой двухпутной вставки длиной 11,4 км	16
рзд. Сагыр – ст. Тассай (32,6 км)	13	10	Укладка 1-ой двухпутной вставки длиной 12,6 км	16

Таблица 3. **План мероприятий по усилению пропускной и перерабатывающей способности станций участка Бейнеу – Шалкар**

Станции	Существующая пропускная способность, пар поездов	Необходимая пропускная способность для реализации прогнозных объемов грузоперевозок, пар поездов	Мероприятия по усилению пропускной способности для прогнозируемого объема грузопотока	Пропускная способность после проведения мероприятий по усилению, в парах поездов
Бейнеу	30	36	1. Реконструкция станции и строительство дополнительных ПОП 2. Удлинение существующих ПОП	39
Тассай	25	36	Удлинение существующих ПОП	36
Шалкар	30	36	Удлинение существующих ПОП	36

Пропускная способность при двухпутных вставках определяется по следующей формуле:

$$N_{вст} = \frac{(1440 - T_{тех}) \cdot \alpha_н}{t' + t'' + \tau_б}, \text{ пар поездов} \quad (1)$$

где t', t'' – время хода поездов соответственно в нечетном и четном направлениях между осями остановочного и безостановочного скрещений с учетом разгона и замедления при остановках и снижении скорости, мин:

$$t' + t'' = t'_{одн} + t''_{одн} + \tau_{бс} \quad (2)$$

где $t'_{одн}, t''_{одн}$ – времена хода нечетного и четного поездов по однопутной части перегона, мин;

$\tau_{бс}$ – интервал безостановочного скрещения поездов по расчетной оси, равный полусумме времени хода нечетного и четного поездов по раздельному пункту, мин.

Время хода нечетного и четного поездов по однопутной части перегона $t'_{одн}, t''_{одн}$ и интервал безостановочного скрещения поездов $\tau_{бс}$ определяется согласно схеме, приведенной на рисунке 1.

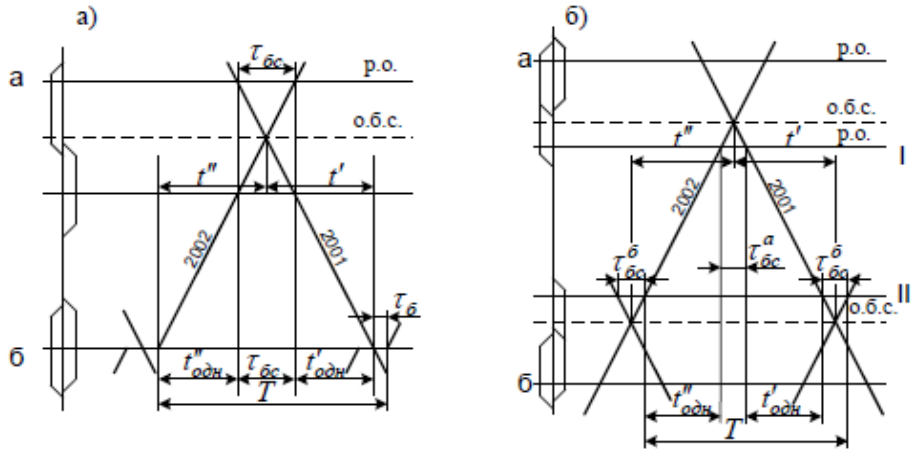


Рис. 2. Схема положения расчетных осей (р.о.) и осей безостановочного скрещения (о.б.с.) поездов

Таким образом, при организации безостановочного скрещения на одном из раздельных пунктов, при парном непакетном графике пропускная способность в парах поездов на участке Бейнеу – Шалкар составит:

$$t' + t'' = 33 + 33 + 12 = 78 \text{ мин}$$

$$N_{вст} = \frac{(1440 - 60) \times 0{,}96}{78} = 16 \text{ пар поездов.}$$

Вывод: Фактическая пропускная способность участка Бейнеу – Шалкар в количестве 10 пар поездов в сутки к 2032 году будет полностью исчерпана, в связи с чем требуется заблаговременное проведение мероприятий по модернизации железнодорожной инфраструктуры данного участка. Эффективное средство увеличения пропускной способности однопутных линий – строительство двухпутных вставок для безостановочного скрещения поездов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ковалев В.И. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: учеб. для вузов ж.-д. трансп. - М., 2011. - 431 с.

[2] Нормативный график движения поездов на участке Бейнеу - Шалкар на 2017 год.

[3] Кудрявцев В.А., Ковалев В.И., Кузнецов А.П. и др. Основы эксплуатационной работы железных дорог. Учебное пособие. – М.: Академия, 2005. – 352 с.

[4] Бекжанов З.С. Организация эксплуатационной работы отделения перевозок. Учебное пособие. – Алматы: КазАТК, 2004. – 150 с.

Альтаева Ж.Ж., Айкумбеков М.Н., Муратбекова Г.В.

"Бейнеу – Шалқар" учаскесінде өткізу қабілетін жөніндегі іс-шараларды арттыру тиімділігі

Түйіндеме. Маңызды сипаттамасы инфрақұрылымдық кешен тікелей әсер ететін сапалық көрсеткіштері, тасымалдау процесі болып табылады қолма-қол өткізу және қайта өңдеу қабілетін маңызды элементтерінің инфрақұрылым: темір жол учаскелері және станциялары.

Ключевые слова: поездар қозғалысының кестесі, қолма-қол өткізу қабілеті, қайта өңдеу қабілеті станциялары, поездағын, темір жол учаскесінің өткізу қабілеті

ӘОЖ 621.08.09.00

Rysbieva AK, Danlybaeva A.K.
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
naimanka.90.a@mail.ru)

MONITORING OF THE H2S, SO2, NO2, CO VALUES IN AIRBORNE SAMPLES NEAR THE THERMAL POWER PLANT

Abstract. Controls of H2S, SO2, NO2, CO values were taken to analyze air samples. Detection of hazardous substances in the air was carried out in four areas: on the territory of CHP, in the nearest court yard, park, near the school yard. The maximum concentration of SO2 concentration in the CHP capacity is 0.6 mg / m3 (maximum concentration - 0.5 mg / m3), NO2 concentration in the thermal power station - 0.099 mg / m3 (concentration - 0.085 mg / kg) / m3).

Keywords: air atmosphere, gas, heat energy, waste, filter, ecology.

А.К. Рысбиева, А.К. Данлыбаева
(әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.
naimanka.90.a@mail.ru)

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫНА ЖАҚЫН ЖЕРЛЕРДЕГІ АУА АТМОСФЕРАСЫНЫҢ ҮЛГІЛЕРІНДЕГІ H_2S, SO_2, NO_2, CO ШАМАЛАРЫН БАҚЫЛАУ

Түйіндеме. Ауа атмосферасының үлгілерін талдау үшін H_2S, SO_2, NO_2, CO шамаларына бақылау жүргізілді. Ауадағы зиянды заттарды анықтау төрт аумақта жүргізілді: ЖЭО аумағында, ең жақын үй ауласында, саябақ, жақын орналасқан мектеп ауласында. ЖЭО аумағынан басқа барлық пункттардағы концентрация шекті

мәннен аспай, ең жоғары SO_2 концентрациясы ЖЭО аумағында – 0,6 мг/м^3 (шекті концентрация - 0,5 мг/м^3), NO_2 концентрациясы ЖЭО аумағында - 0,089 мг/м^3 (Шекті концентрация - 0,085 мг/м^3) болды.

Кілттік сөздер: ауа атмосферасы, газ, жылу энергиясы, қалдықтар, сүзгі, экология.

Үлгі «Аспиратор ОП-431 ТЦ», құралымен РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» негізделе жүргізілді. Ауа құрамы 3 реттен көп өлшенді. Аспиратор ОП-431 ТЦ газоанализаторда газдарды тұрақты потенциалда электролизге негізделген талдау әдісі қолданылды [1].

Шығын тудырушыда фильтр орнатылған. Фильтр үлгіні электронды таблода тіркелетін H_2S, SO_2, NO_2, CO газдардың бөліктерінің дұрыс көрінуіне бөгет жасайтын қышқыл газдардан, органикалық заттардың буынан қорғап тұрады. Шығын тудырушы шығысында шығын стабилизаторы орналысқан. Ол 20 кПа кірістегі максимум қысымдағы шығын қателігін (0,3 ± 0,1) л/мин қылады. Өлшеу режимінде өлшенетін үлгі газоанализаторға түседі. Шығынды, қажетті газды алуды оператор басқару және индикация құрылғысы арқылы жүзеге асырады.

Азот диоксидінің концентрациясы келесі формуламен анықталды мг/м^3 [2]:

$$X=GV_1/VV_{20}, \quad (1)$$

мұндағы G – азот диоксидінің мөлшері, мкг.

V_1 –пробаның жалпы көлемі, мл;

V – талдауға алынған проба көлемі, мл;

V_{20} – талдауға алынған ауа көлемі.

Көміртегі тотығының концентрациясын анықтау әдісі газхроматографиялық әдіске негізделді:

$$X= 1000\ a/V$$

$$X = cV/V_{20},$$

мұндағы a – графикпен анықталатын заттың құрылымы, мг;

V – булаушы хроматографқа енгізілетін ауа пробасының көлемі, мл;

c –графикпен анықталатын зат концентрациясы, мг/мл;

V_{20} –стандартты жағдайда пайда болатын ауа пробасының көлемі.

Ауа атмосферасындағы күкірт сутегі және күкірт диоксидін 0,003- 0,075 мг/м^3 аумақта 80 дм^3 көлемнен үлгі алу арқылы жүргізді. Ауадағы зиянды заттардың шекті концентрациясы нормативті талаптарға сәйкес: көміртегі оксиді- 5 мг/м^3; азот диоксиді NO_2 – 0,085 мг/м^3; күкірт диоксиді – 0,5 мг/м^3; күкіртсутегі – 0,008 мг/м^3.

1 кесте – **Қаладағы ауа атмосферасы**

Үлгі алу жері	**Бақылынытын заттар, мг/м^3**			
	H_2S	**SO_2**	**NO_2**	**CO**
ЖЭО аумағында	0,007	0,6	0,089	4,8
Ең жақын үй ауласы	0,004	0,005	0,023	2,9
Саябақ	0,001	0,019	0,027	2,1
Жақын орналасқан мектеп ауласында	0,005	0,2	0,045	2,7
Шекті консентрация, мг/м^3	**0,008**	**0,5**	**0,085**	**5,0**

Қаладағы ЖЭО аумағынан басқа барлық пункттардағы концентрация шекті мәннен асып кетпегені 1 кестеден көрініп тұр. Ең жоғары SO_2 концентрациясы ЖЭО аумағында – 0,6 мг/м^3 (шекті концентрация - 0,5 мг/м^3); NO_2 концентрациясы ЖЭО аумағында - 0,089 мг/м^3 (Шекті концентрация - 0,085 мг/м^3); SO_2, NO_2 концентрациялары нормалық талаптағы шекті аумақтан асып тұр. Теориялық мәліметтерге сүйенсек «қаражыра көмірін» жаққанда бұндай жағдайлар байқалмауы керек болатын. Осындай тіркеу жұмыстары ЖЭО мамандарымен үнемі жүргізіліп тұрады. Сондай ауытқу тек бір рет, жел жоқ кезде, отқа көмір салынғаннан соң 5 минуттың ішінде жүргізілген тіркеу нәтижесінде алынды.

4 сағаттан кейін ЖЭО аумағында қайтадан жүргізілген тәжірибе нәтижесінде SO_2 концентрациясы – 0,4 мг/м^3 (шекті концентрация - 0,5 мг/м^3); NO_2 концентрациясы ЖЭО аумағында - 0,080 мг/м^3 (шекті концентрация - 0,085 мг/м^3) болды. Ауаны ластаушы зиянды қалдықтарды тіркеу айына төрт рет, күніне 3 рет жүргізіледі және орташа арифметикалық мәндері алынады. Орташа арифметикалық мәндерінде ешқандай ауытқу болмады. Салыстырмалы қателік 2 пайызды құрады.

Желдің жылдамдығы жоғары жерде ауаның құрамындағы зиянды заттар тез тарайды [3]. Егер жел жоқ жердегі ауа ластанған болса оны тазарту қиын болады. Ауа құрамындағы зиянды газдарды тіркеу тәжірибелері үнемі жүргізіліп отырады. Соның бірі, «КАЗЭКОПРОЕКТ» компаниясының

қызметкері Д.В. Хорошунның «Ганг-4» газоанализаторын қолданып Семей қаласында жүргізген тәжірибесінің нәтижесі 2 кестеде келтірілді [4].

2 кесте – **Қалалы жердегі жер беті атмосфера ауасындағы ластаушы заттардың концентрациясы**

№	Жел жылдам-дығы, м/с	Жел бағыты	CO мг/м^3	SO_2, мг/м^3	NO_2, мг/м^3
1	2	Солтүстік	0,1	0,01	0,005
2	2	Оң.Шығ.	0,1	0,005	0,005
3	3	Сол.Шығ.	0,1	0,018	0,005
4	2	Сол.Шығ.	0,3	0,01	0,005
5	2	Оң.Шығ.	0,1	0,019	0,016
6	2	Солтүстік	0,1	0,006	0,005
7	7	Сол.Шығ.	0,1	0,01	0,005
8	4	Шығыс	0,1	0,01	0.005
9	6	Сол.Шығ	0	0.007	0.005
10	5	Шығыс	0	0.01	0.005

Үлкен қалалардағы ауа атмосферасын ластаушылардың ішіндегі көп зиян келтіретіндерінің бірі автокөлік болып отыр. Экопосттарда газоанализатор арқылы көліктен шығатын ластаушы газ мөлшерін тіркейді. Қалаларда ық жерлер көп болғандықтан жер атмосферасына араласып кеткен улы газдардың тарауы баяу болғандықтан үлкен экологиялық қауіп туады. Олар адам ағызасына түскенде бәрінен бұрын тыныс жолдарын зақымдайды. Атмосфераны жылу энергетика орталықтарынан бөлінетін газдардың ластануынан туатын адам ағызасындағы бұзылулар 3 кестеде келтірілді.

3 кесте - **Атмосфераны жылу энергетика орталықтарынан бөлінетін газдардың ластануынан туатын адам ағызасындағы бұзылулар**

Құраушы	ШРК, мг/м^3	МЕМ СТ 12.1. 005 бойынша қауіп класы	Ағзаға әсер ету сыйпаты	Ауа ортасын бақылауға ұсынылатын құралдар
NO	5	3	Орталық жүйке жүйесіне тікелей әсер етіп, талма және сал ауруын тудырады	Нитрон
NO_2	2	3	Тыныс алу жолдарын зақымдап, өкпе ісігін тудырады	Анкат-7654
SO_2	10	3	Тыныс алу жолдарын зақымдап, бронх спазмын тудырып, тыныс алуды нашарлатады	Анкат-7621
NH_3	20	4	Жас аққыштық пен көздің шаншып ауыруын, тұншығу, бас айналу тудырады	СА-2
H_2S	10	2	Тыныс алу жолдарын зақымдап, сал ауруын тудырады	Анкат-7621
CO	20	4	Қан құрамындағы оттегін азайтып, тұншығу тудырады. Күнделікті улану жүрек қантамырлары, тыныс алу жолдары, жүйке жүйелерінің күрделі ауруларына әкеледі	Палладий-3 Ифан-3 Анкат-7621

Өлшеулерді орындау кезінде мынадай шарттар орындалды:
- 20 ºС-тан 30 ºС дейін қоршаған ауа температурасы;
- 30 % -дан 80 % дейін ауаның салыстырмалы ылғалдығы;
- аппаратура қуатына арналған айнымалы ток кернеуі (220 ±22) В;
- айнымалы ток жиілігі (50±1) Гц;

- хроматограф жұмысына әсер ететін сыртқы электр және магнитті өрістер, механикалық әсерлер болмады;

- агрессивті газдар мен булардың мөлшері санитарлық нормалар шегінде болды [5].

Өлшеулерді орындау кезінде мынадай өлшеу құралдары, қосымша құрылғылар және материалдар қолданылды:

- ПИД детекторы бар, ұзындығы 3 м, ішкі диаметрі 2 мм және сыртқы диаметрі 3 мм Garboxen 1000 80/100 аналитикалық бағанасымен жұмыс істеуге арналған құрылғысы бар, сутек генераторы және сығымдағышы бар газ хроматографы;

- ГГС-03-03 типтегі газ қоспаларының генераторы;

- БАММ-1 типтегі барометр-анероид;

- ГОСТ 28498 бойынша психрометриялық гигрометр;

- ИРГ-100 типтегі газ шығынын өлшегіш;

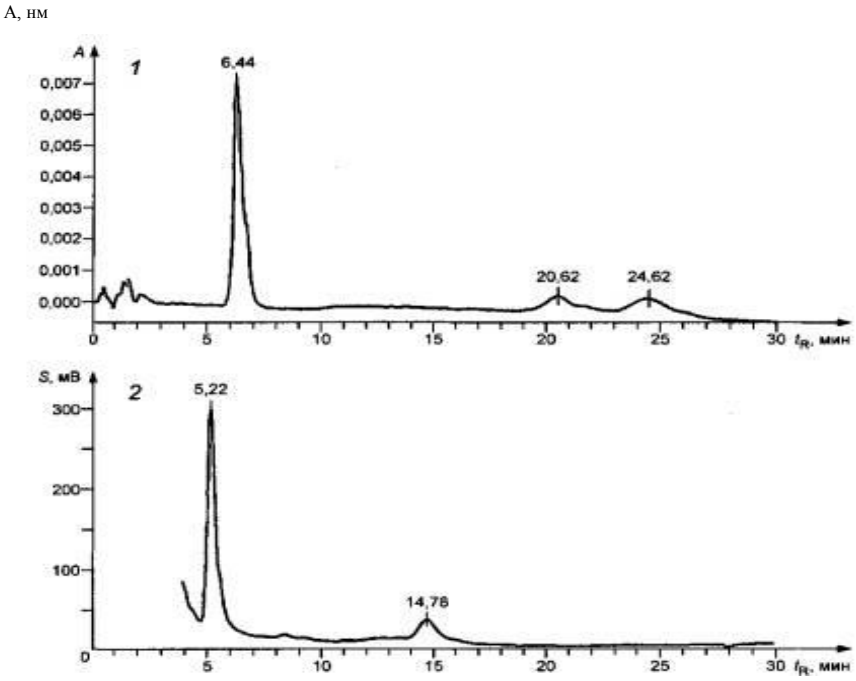
- № KZ 03.01.00239-2010, № KZ 03.01.00241-2010 ҚР МӨЖ тізілімінде ГОСТ 8.315 бойынша құрамның стандартты үлгілері;

- МЕМСТ 9293 бойынша А маркалы газ тәрізді азот;

- 0,1 ppm төмен көміртек тотығынан газдарды каталитикалық тазартуды қамтамасыз ететін органикалық қосымдар мен оттегіден газ-тасымалдағышты тазартуға арналған сүзгі.

Сорбенттерді қайта қалпына келтіру. Garboxen 1000 80/100 аналитикалық бағанада сорбентті қайта қалпына келтіруді хроматографқа арналған пайдалану құжаттамасына сәйкес хроматографтың электрондық блоктарын жұмысқа дайындау, газ- тасымалдағыштың қажетті шығынын орнату және температуралық режимдерді орнату тәртібін сақтай отырып газ-тасымалдағыштың тогында жүргізеді. Бағаналарды қайта қалпына келтіруді 160 ºС температура және газ-тасымалдағыштың 20 $см^3$/мин шығыны кезінде 6 сағат бойы жүргізеді.

Өлшемдеуді жүргізу және талдау процесінде алынған сараптамалық деректер ұстау уақыты, шың ауданы және өлшенетін құрауыштың көлемдік үлесі мәнін құрайтын аналитикалық есепті ұсынумен өңделеді. Өлшеулерді орындау процесінде алынған сараптамалық деректер хроматографиялық деректерді жинау және өңдеу программасы бар дербес компьютерімен автоматты түрде өңделеді. Құрауыштардың идентификациясын талдау және өлшемдеу кезінде хроматограф параметрлерінің бірдейлігі жағдайында өлшемдеу газындағы белгілі құрауыштарды ұстау уақытымен белгілі құрауышты ұстау уақытын салыстыру жолымен жүргізеді (1 сурет).



1 - УВИД алынған хроматограмма; 2 - ЭХД алынған хроматограмма; А – толқын ұзындығы 242 нм-дегі ультракүлгін жұту; S - ЭХД сигналы; t_R – ұстау уақыты

1-сурет. Өлшеулерді орындау процесінде алынған сараптамалық деректер диаграммасы

Өлшеу нәтижелерінің статистикалық өңдеуі. Өлшеу нәтижесін есептеу. Өлшеу нәтижелерінің мөлшерлі түсіндіруі үшін абсолютті өлшемдеу әдісін қолданады.

Көміртегі тотығының көлемдік үлесін C_i, %, мына формула бойынша есептейді:

$$C_i = \frac{A_{и1} * C_Г}{A_r}, \quad (2)$$

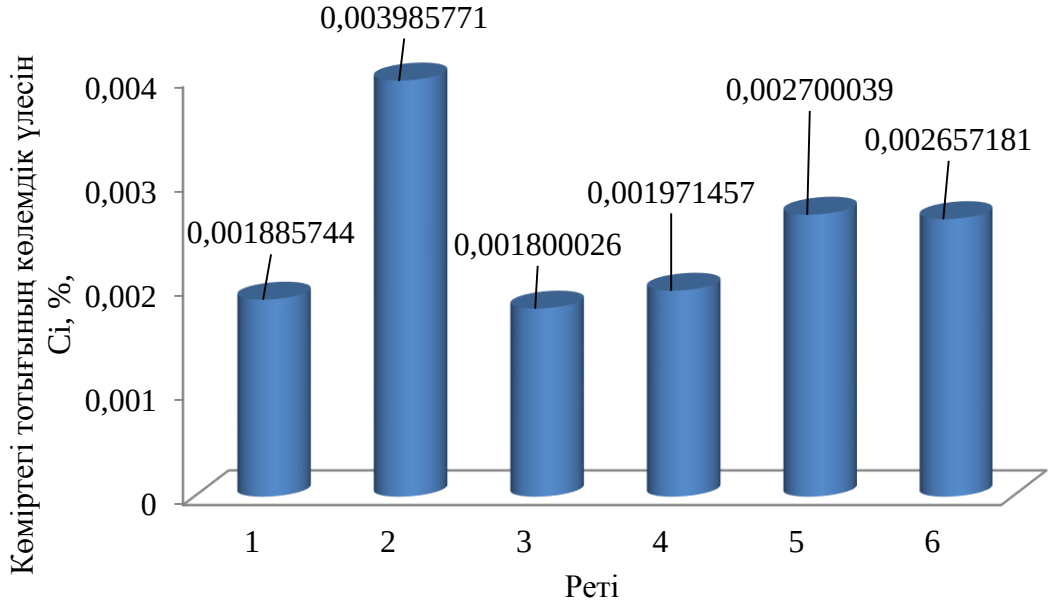
мұндағы $A_{Иi}$ - талдау кезінде құрауыш шыңдарының ауданы, мкВ·с; $C_Г$ - өлшемденген газдағы құрауыштың көлемдік үлесі, %; A_r - өлшемдеу кезінде құрауыш шыңдарының орташа, мкВ·с.

Белгісіз компоненттің мөлшерінің әсер етуінде қосымша рұқсат етілетін қателік 4 кестеде белгіленген.

4 кесте - **Белгісіз компоненттің мөлшерінің әсер етуінде қосымша рұқсат етілетін қателік**

Белгісіз компонент	Белгісіз компоненттің мөлшері, кем емес
Күкірт сутегі	10,0 мг/м^3
Күкірт диоксиді	10,0 мг/м^3
Көміртек диоксиді	1,0% көлемдік үлесі
Метан	0,1% көлемдік үлесі

Ауадағы СО 0,0024% мг/л, $C_1 = \frac{2*0,0022}{2,3333} = 0,0018857412\%$, $C_2 = \frac{3*0,0031}{2,3333} = 0,0039857712\%$, $C_3 = \frac{2*0,0021}{2,3333} = 0,0018000257\%$, $C_4 = \frac{2*0,0023}{2,3333} = 0,0019714567\%$, $C_5 = \frac{3*0,0021}{2,3333} = 0,0027000386\%$, $C_6 = \frac{2*0,0031}{2,3333} = 0,0026571808\%$.



2 сурет – көміртегі тотығының көлемдік үлесін C_i, %

5 кесте – **Метрологиялық сипаттама** [6].

Құрауыш	Көлемдік үлес, %	Қайталану-шылық көрсеткіші, σ_r	Зертхана ішілік дәл нәзіктік көрсеткіші, $\sigma_{Rл}$	Дұрыс-тылық көрсеткіші, $\sigma_{Cл}$	Дәлдік көрсеткіші, $\pm\delta_л$
Көміртек тотығы	0,0001-ден 0,001 дейін қоса алғанда	0,5	1,0	2,0	2,5
	0,001 жоғ. « 0,01 «	0,3	0,8	1,5	2,0
	« 0,01«0,1«	0,2	0,5	1,0	1,5

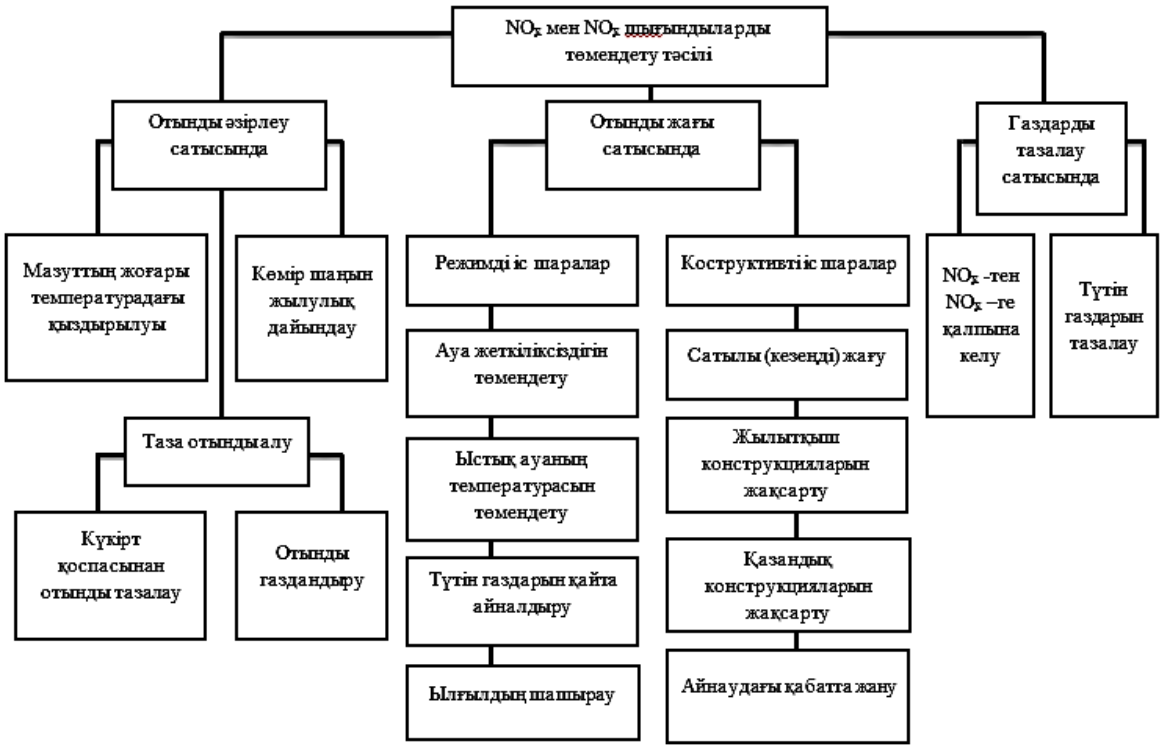
Өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бақылау. Бақылауды жүргізу үшін газ қоспасының бақылау үлгісінде құрауыштың көлемдік үлесін өлшеуді орындайды. Бақылаудың оң нәтижесі мына шартты орындау болып саналады:

$$|C_{\text{өлш}} - C_{ат}| \leq 1{,}1\sqrt{\Delta^2_{\text{өлш}} + \Delta^2_{ат}},$$

мұндағы $C_{өлш}$- осы стандарт бойынша өлшенген бақылау үлгісіндегі құрауыштың көлемдік үлесі, %; $C_{ат}$ - салыстырып тексеретін газ қоспасының құрауышының көлемдік үлесі, %; $\Delta_{өлш}$- өлшеу дәлдігі, %; $\Delta_{ат}$ - стандартты үлгіге арналған паспортта көрсетілген құрауыштың көлемдік үлесі мәнінің абсолютті қателігі 0,00005 ($\Delta_{ат}$ 0,5 $\Delta_{өлш}$ аспауға тиіс). $0{,}002500036 - 0.0024 = 0{,}000100036$, $1{,}1\sqrt{0{,}0001000014 + 0{,}81} = 0{,}9000555546$. $\Delta_{өлш}$ төмендегі формула бойынша есептелінді:

$$\Delta_{өлш} = 0{,}01 * \delta_л * \overline{C} = 0{,}01 * 2 * 0{,}002500036 = 0{,}0000500006, \quad (3)$$

NO_x мен NO_x шығындыларды төмендету тәсілдері 3 сутертте берілген.



3 сурет – NO_x мен NO_x шығындыларды төмендету тәсілі

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Кашкаров А. Бытовые современные счетчики газа и газоанализаторы для практического применения/ -ДМК Пресс, 2015 – 102 с.

[2] Спектор А.А. Большая книга химических элементов. Путеводитель по периодической таблице – М.: АСТ, 2018 -159 с.

[3] Зарубина, Л. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии / - М.: БХВ-Петербург, 2013. - 256 с.

[4] Хорошун Д.В. Экологический мониторинг состояния окружающей среды месторождения Кумколь // Вестник КазНУ. Серия экологическая. №2 (41). 2014 – с.127-134

[5] Пинигин М.А. Теория и практика оценки комбинированного действия химического загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. – 2001 – с.123-131

[6] Баубеков, С. Ж. Стандарттау, сертификаттау және метрология: оқулық - Алматы: CyberSmith, 2017. - 327 б.

Рысбиева А.К., Данлыбаева А.К.

Мониторинг значений H2S, SO2, NO2, CO **в образцах, находящихся в воздухе вблизи** ТЭЦ

Резюме. Контроли значений H2S, SO2, NO2, CO были взяты для анализа проб воздуха. Обнаружение опасных веществ в воздухе проводилось в четырех зонах: на территории ТЭЦ, в ближайшем дворе, парке, возле школьного двора. Максимальная концентрация SO2 в мощности ТЭЦ составляет 0,6 мг / м3 (максимальная концентрация - 0,5 мг / м3), концентрация NO2 на теплоэлектростанции - 0,099 мг / м3 (концентрация - 0,085 мг / кг). / м3).

Ключевые слова: атмосфера, газ, тепловая энергия, отходы, фильтр, экология.

УДК 691.327.3

O.A. Zubova, A.K. Tanybaeva, K.D. Abubakirova, N.V. Voronova, M.M. Dauletbayeva
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty,
Republic of Kazakhstan, E-mail: Olga.Zubova@kaznu.kz)

MODERN HEAT-INSULATING MATERIALS IN CONSTRUCTION

Abstract. The article describes the methodology and perspective of using energy-saving technologies in the construction of structures. The characteristics of thermal materials, such as density, strength, compressibility, water absorption, frost resistance, etc., have been implemented.

General principles and types of thermal insulation are introduced.

The types of heat-insulating materials (organic and inorganic origin) have been studied. The use of heat-insulating materials in construction makes it possible to reduce the weight of structures, reduce the consumption of structural building materials (concrete, brick, wood, etc.) and that will achieve the most important goal of thermal insulation of building structures, this is the reduction in energy consumption for heating the building.

Thermal insulation materials significantly improve comfort in living quarters.

Keywords: heat-insulating materials (TIM), heat insulation, mineral wool, organic heat-insulating materials, inorganic heat-insulating materials.

О.А. Зубова, А.К. Таныбаева, К.Д. Абубакирова, Н.В. Воронова, М.М. Даулетбаева
(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: Olga.Zubova@kaznu.kz)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Резюме. В статье описаны методики и перспективы использования энергосберегающих технологий в строительстве сооружений**.** Даны характеристики теплоизоляционных материалов, такие как плотность, прочность, сжимаемость, водопоглощение, морозостойкость и т.д. Описаны общие принципы и виды теплоизоляции.

Изучены виды теплоизоляционных материалов (органического и неорганического происхождения).

Применение теплоизоляционных материалов в строительстве позволяет снизить массу конструкций, уменьшить потребление конструкционных строительных материалов (бетон, кирпич, древесина и др.), достичь важнейшей цели теплоизоляции строительных конструкций, а именно сокращения расхода энергии на отопление здания.

Теплоизоляционные материалы существенно улучшают комфорт в жилых помещениях.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы (ТИМ), теплоизоляция, минеральная вата, органические теплоизоляционные материалы, неорганические теплоизоляционные материалы.

Технологии энергосбережения представлены не только в строительстве, но и других отраслях и затрагивают вопросы, как сохранения тепла, так и оптимизации других ресурсов. Поэтому вопрос энергосбережения нужно рассматривать в разрезе таких направлений, как оптимизация электроэнергии, тепловой энергии, водных ресурсов, топлива, а также ухудшения общей экологической ситуации. Параллельно с ухудшением экологической ситуации и ростом цен на традиционные источники энергии растет спрос на новые возможности в строительной сфере, развиваются новые технологии энергоэффективного строительства.

Энергетическая эффективность - это характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенных в целях получения такого эффекта.

Применение теплоизоляционных материалов (ТИМ) является одним из важнейших методов энергосбережения, а также имеет важное технологическое значение, позволяя уменьшать толщину конструкционных элементов. Теплоизоляционными называют материалы, характеризующиеся низкой теплопроводностью и применяемые для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов.

Теплоизоляция - это элементы конструкции, уменьшающие передачу тепла, материалы для выполнения таких элементов или комплекс мероприятий по их устройству. В случае строительных объектов, теплоизоляция используется для снижения утечки тепла во внешнюю среду, в морозильных и холодильных камерах теплоизоляция напротив, применяется с целью уменьшения притока теплого воздуха извне [1].

Необходимая теплоизоляция в вышеописанных случаях, обеспечивается посредством применения специальных покрытий, оболочек, изготовленных из теплоизоляционного материала, и ориентированных на частичное либо полное пресечение теплопередачи. Эффективность теплоизоляционных материалов, в процессе препятствования негативной теплопроводности, определяется его термическим сопротивлением. Эти показатели становятся наиболее оптимальными в том случае, если в качестве теплоизоляции применяются высокопористые материалы, собранные в сложные многослойные конструкции, где они перемежаются системой воздушных прослоек.

Теплоизоляционные материалы в зависимости от назначения подразделяют на изоляционно-строительные, которые применяют для утепления строительных ограждений, и изоляционно-монтажные - для утепления трубопроводов и промышленного оборудования. Деление это условно, так как некоторые материалы используют как для изоляции строительных конструкций, так и для изоляции промышленных объектов [2].

Теплоизоляционные материалы классифицируют по следующим признакам:

1) по форме и внешнему виду:

- штучные (плиты, блоки, кирпичи, цилиндры, полуцилиндры, сегменты);
- рулонные и шнуровые (маты, шнуры, жгуты);
- рыхлые и сыпучие (вата, перлитовый песок и др.).

2) по структуре:

- волокнистые (минераловатные, стекловолокнистые и др.);
- зернистые (перлитовые, вермикулитовые);
- ячеистые (изделия из ячеистых бетонов, пеностекло, пенопласты, совелитовые и др.).

3) по виду исходного сырья:

- неорганические;
- органические.

4) по типу жесткости:

- мягкие (М) – сжимаемость по объему выше 30% при удельной нагрузке 0,002 МПа (минеральная и стеклянная вата, вата из каолинового и базальтового волокна, вата из супертонкого стекловолокна, маты и плиты из штапельного стекловолокна);
- полужесткие (П) – сжимаемость от 6 до 30% при удельной нагрузке 0,002 МПа (плиты минераловатные и из штапельного стекловолокна на синтетическом связующем);
- жесткие (Ж) – сжимаемость до 6% при удельной нагрузке 0,002 МПа.

5) по возгораемости:

- несгораемые,
- трудносгораемые,
- сгораемые,
- трудновоспламеняющиеся (материалы из пластмасс) [3].

На величину теплопроводности теплоизоляционных материалов оказывают влияние плотность материала, вид, размеры и расположение пор (пустот) и т.д. Сильное влияние на теплопроводность оказывает также температура материала и, особенно, его влажность. Методики измерения теплопроводности в различных странах значительно отличаются друг от друга, поэтому при сравнении теплопроводностей различных материалов необходимо указывать, при каких условиях проводились измерения [4].

Важнейшей технической характеристикой ТИМ является теплопроводность − способность материала передавать теплоту сквозь свою толщу, так как именно от нее напрямую зависит термическое сопротивление ограждающей конструкции. Количественно определяется коэффициентом теплопроводности λ, выражающим количество тепла, проходящее через образец материала толщиной 1 м и площадью 1 м^2 при разности температур на противолежащих поверхностях 1°С за 1 ч. Коэффициент теплопроводности в справочной и нормативной документации имеет размерность Вт/(м·°С).

Рассмотрим основные характеристики теплоизоляционных материалов.

Плотность – это отношение массы сухого материала к его объему, определенному при заданной нагрузке (кг/м^3).

Прочность на сжатие – это величина нагрузки (КПа), вызывающей изменение толщины изделия на 10%.

Сжимаемость – это способность материала изменять толщину под действием заданного давления. Сжимаемость характеризуется относительной деформацией материала под действием нагрузки 2 КПа.

Способность материала впитывать и удерживать в порах (пустотах) влагу при непосредственном контакте с водой называется водопоглощением. Водопоглощение теплоизоляционных материалов характеризуется количеством воды, которое впитывает сухой материал при выдерживании в воде, отнесенным к массе или объему сухого материала [5].

Сорбционной влажностью называется равновесная гигроскопическая влажность материала при определенных условиях в течение заданного времени. С повышением влажности теплоизоляционных материалов повышается их теплопроводность.

Способность материала в насыщенном влагой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения называется морозостойкостью. От этого показателя существенно зависит долговечность всей конструкции, однако, данные по морозостойкости не приводятся в ГОСТ или ТУ.

Паропроницаемость – это способность материала обеспечивать диффузионный перенос водяного пара. Диффузия пара характеризуется сопротивлением паропроницаемости (кг/м^2·ч·Па). Паропроницаемость ТИМ во многом определяет влагоперенос через ограждающую конструкцию в целом. В свою очередь, последний является одним из наиболее существенных факторов, влияющих на термическое сопротивление ограждающей конструкции. Во избежание накопления влаги в многослойной ограждающей конструкции и связанного с этим падения термического сопротивления паропроницаемость слоёв должна расти в направлении от тёплой стороны ограждения к холодной.

Теплоизолирующие свойства тем выше, чем ниже воздухопроницаемость ТИМ. Мягкие изоляционные материалы настолько хорошо пропускают воздух, что движение воздуха приходится предотвращать путем применения специальной ветрозащиты. Жесткие изделия, в свою очередь, обладают хорошей воздухонепроницаемостью и не нуждаются в каких-либо специальных мерах. Они сами могут применяться в качестве ветрозащиты [6]. При устройстве теплоизоляции наружных стен и других вертикальных конструкций, подвергающихся напору ветра, следует помнить, что при скорости ветра 1 м/с и выше целесообразно оценить необходимость ветрозащиты.

Способность материала выдерживать воздействие высоких температур без воспламенения, нарушения структуры, прочности и других его свойств называется огнестойкостью. По группе горючести теплоизоляционные материалы подразделяют на горючие и негорючие. Это является одним из важнейших критериев выбора теплоизоляционного материала.

Если говорить о химической стойкости материалов, то минеральные теплоизоляционные материалы обладают хорошей стойкостью к действию органических веществ, таких как масла и растворители. Слабые кислые или щелочные вещества также не вызывают проблем. В условиях нормальной влажности они не способствуют появлению коррозии, хотя и не могут предотвратить ее [7].

В настоящее время теплоизоляционные материалы подразделяют на органические и неорганические. Кратко охарактеризуем и сравним их основные разновидности.

Большинство органических теплоизоляционных материалов изготавливают в виде плит, обычно крупноразмерных, что упрощает и ускоряет производство работ и способствует удешевлению строительства.

Основным сырьем для их изготовления служит древесина в виде отходов (опилки, стружка, горбыль, рейка) и другое растительное сырье волокнистого строения (камыш, солома, малоразложившийся верховой торф, костра льна и конопли).

Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия изготовляют на основе минерального сырья (горных пород, шлака, стекла, асбеста). К этой группе относят минеральную, стеклянную вату и изделия из них, некоторые виды легких бетонов на пористых заполнителях (вспученном перлите и вермикулите), ячеистые теплоизоляционные бетоны, пеностекло, асбестовые и асбестосодержащие материалы, керамические и др. [8]. Эти материалы используют как для утепления строительных конструкций, так и для изоляции горячих поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов.

Многие органические теплоизоляционные материалы подвержены быстрому загниванию, порче различными насекомыми и способны к возгоранию, поэтому их предварительно подвергают обработке. Поскольку использование органических материалов в качестве засыпок малоэффективно в силу неизбежной осадки и способности к загниванию, последние используют в качестве сырья для изготовления плит. В плитах основной материал почти полностью защищен от увлажнения, а следовательно, и от загнивания; кроме того, в процессе производства плит его подвергают обработке антисептиками и антипиренами, повышающими его долговечность.

Среди большого разнообразия теплоизоляционных изделий из органического сырья наибольший интерес представляют плиты древесноволокнистые, камышитовые, фибролитовые, торфяные, пробковая теплоизоляция натуральная, а также теплоизоляционные пенопласты. К органическим теплоизоляционным изделиям и материалам относятся: арболитовые изделия, пенополивинилхлорид, древесностружечные плиты, древесноволокнистые изоляционные плиты, пенополиуретан, пеноизол теплоизоляционный, мипора, пенополистирол, полиэтилен вспененный, фибролит, сотопласты и ячеистые пластмассы [9].

Сырьем для производства арболитовых изделий служит портландцемент и органические коротко-волнистые компоненты (древесные опилки, костры, сечки соломы и камыша, дробленой станочной щепы или стружки), обработанные раствором минерализатора.

Производится пенополивинилхлорид (ППВХ) эластичный и твердый. Твердый ППВХ представляет собой теплоизоляционный материал, с незначительными колебаниями своих характеристик в температурном режиме от +60°С до -60°С [10].

Материалом для производства древесностружечных плит (ДСП) служит масса, в состав которой входят 90% органического волокнистого компонента (обычно специально подготовленная древесная шерсть) и 7 - 9% смол на синтетической основе. Иногда, для того чтобы улучшить свойства плит в качестве сырья, применяют еще и некоторые гидрофобизирующие вещества, антисептики и антипирены.

Материалом для изготовления древесноволокнистых изоляционных плит (ДВИП) служат неделовая древесина, отходы деревообработки и лесопиления, бумажной макулатуры, стеблей кукурузы и соломы. Плотность ДВИП доходит до 250 кг/м^3, теплопроводность – не выше 0,07 Вт/(м•К).

Пенополиуретан (ППУ) – это результат химической реакции, которая происходит при соединении полиэфира, воды, диизоцианида, эмульгаторов и катализаторов. Существуют два вида ППУ - твердый и эластичный. Твердый ППУ используется в широком температурном диапазоне (от -50°С до +110°С), имеет высокую механическую прочность, стоек к химическим и биологическим воздействиям, устойчив к износу, легок и экономичен в обработке. Из всех материалов ППУ обладает самой низкой теплопроводностью. Облицовка пеноматериала конструкции (безрулонной кровли) водостойкой алюминиевой фольгой, пленкой и другими покрытиями способствует предотвращению проникновения влаги. Благодаря своей стойкости к воздействию микроорганизмов и грибковых образований, материал не поддается гниению и не разлагается [11].

Развитие современного индустриального строительства связано с созданием и повышением качества теплоизоляционных материалов. При этом наибольший интерес представляют теплоизоляционные материалы на минеральной основе, то есть неорганические теплоизоляционные материалы и изделия, которые не подвержены гниению, достаточно огнестойкие и более долговечные, чем материалы из растительного волокна [12]. В настоящее время номенклатура выпускаемых теплоизоляционных материалов насчитывает более 25 наименований, из них решающее значение имеют изделия и материалы на основе минерального сырья — горных пород, шлаков, стекла и асбеста.

Минеральная вата и изделия из нее по объему производства занимает первое место среди теплоизоляционных материалов. Этому способствует наличие сырьевых ресурсов для их получения в виде горных пород (доломита, известняка, мергелей, базальта и др.), шлаков и зол.

Применение теплоизоляционных материалов является одним из важнейших методов энергосбережения, а также имеет важное технологическое значение, позволяя уменьшать толщину конструкционных элементов. Теплоизоляционными называют материалы, характеризующиеся низкой теплопроводностью и применяемые для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов. Ассортимент применяемых в настоящее время утеплителей достаточно широк – от пенопластов до минераловатных композиций на полимерных и неорганических связующих.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили следующие виды теплоизоляционных материалов: минеральная вата, базальтовое волокно, стекловата и изделия из них, перлитовые теплоизоляционные материалы, пенодиатомитовые теплоизоляционные материалы, пеностекло, ячеистые бетоны (пенобетон и газобетон) и керамзит [13].

Твердой фазой и основной составляющей всех волокнистых теплоизоляционных материалов является волокнистая вата, получаемая из расплавов различных горных пород и других силикатных материалов, а также из доменных и мартеновских шлаков и из прочих отходов металлургических производств. Волокнистая вата состоит из стекловидных волокон и неволокнистых включений,

образованных в результате затвердевания силикатного расплава. Волокна в среднем имеют диаметр 1 – 10 мкм и длину от 2 – 3 до 20 – 30 см.

Минеральную вату получают из расплава легкоплавких горных пород, силикатных промышленных отходов, доменных шлаков и их смесей. Минеральная вата предназначена для изготовления теплоизоляционных, звукоизоляционных и звукопоглощающих изделий, а также в качестве теплоизоляционного материала в строительстве и промышленности с предельной температурой эксплуатации до 600 – 700 °С. При более высоких температурах наблюдается спекание волокон минеральной ваты. Базальтовое волокно и каменную вату получают из расплава базальтовых пород (базальтов, габбро, диабазов и близких к ним метаморфических горных пород и мергелей) при температуре около 1500 °С. В отличие от минеральной ваты, выпускаемой, преимущественно из смеси легкоплавких пород с промышленными минеральными отходами, теплоизоляционные материалы из базальтового волокна обладают более длительным сроком службы, повышенной виброустойчивостью, термо- и водостойкостью.

Базальтовая теплоизоляция не изменяет своих начальных свойств в течение всего времени эксплуатации, не выделяет вредных веществ в окружающую среду, и не образует токсичных соединений с другими материалами. Основными компонентами для производства стекловолокна и стекловаты являются стеклобой, песок, сода, доломит, известняк, этибор и другие компоненты. Процесс волокнообразования происходит из расплавленной при температуре около 1400 °С стеклянной массы, которая распускается на волокна, как правило, под действием центробежной силы на центрифугах [14].

В настоящее время при производстве волокнистых теплоизоляционных материалов используют три основные технологии волокнообразования: центробежно-дутьевая, многовалковая и фильерно-вертикально-дутьевая. Наиболее распространенным является центробежно-дутьевой способ. При этом следует отметить, что вырабатываемая данным способом вата отличается низким качеством, с большим (до 25%) количеством неволокнистых включений и отходов волокнообразования (Fontoynont M., 2016: 435). Фильерно-вертикально-дутьевой способ обеспечивает безотходную переработку расплава, но ввиду малой мощности и дороговизне применяемых в технологическом процессе питателей из платинородиевого сплава он используется, в основном, на линиях низкой производительности. Центробежно-валковый способ (центробежно-многовалковый) наиболее широко распространен в зарубежной практике и основан на подаче расплава на быстро вращающиеся валки.

Качество изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов определяется многими параметрами. Среди наиболее значимых – химический состав твердой фазы, содержание неволокнистых включений, геометрия и ориентация волокон в пространстве, качественное, экологически безопасное связующее.

От химического состава твердой фазы в первую очередь зависят такие характеристики теплоизоляционных материалов как прочность, термостойкость, химическая стойкость. Прочность теплоизоляционных материалов определяется также параметрами поровой структуры изделия и ориентацией волокон в направлении действия напряжений. Однородное распределение пор по объему и уменьшение их среднего диаметра повышает прочность теплоизоляционных материалов. Прочность на сжатие возрастает с ростом количества вертикально ориентированных волокон. Положительно влияет на прочность также подбор связующего с улучшенными адгезионными свойствами по отношению к заполнителям.

Волокнистая структура также обеспечивает другое важное свойство волокнистых теплоизоляционных материалов – низкую теплопроводность, а также пренебрежимо малую усадку и сохранение геометрических размеров изделий в течение всего периода эксплуатации. Теплопроводность разных типов минеральных ват при нормальной температуре составляет 0,034 – 0,045 Вт/(мм/°С) и во многом зависит от геометрии и ориентации волокон в пространстве. Наиболее эффективными теплоизоляторами являются изделия с беспорядочно ориентированными волокнами [15].

Большинство изделий из волокнистых теплоизоляционных материалов обладают высокой термостойкостью, эффективно препятствуют распространению пламени и применяются в качестве противопожарной изоляции и огнезащиты. Более кислые составы имеют большую стойкость, чем основные. Волокнистые изделия из горных пород базальтовой группы могут применяться в условиях очень высоких температур. Базальтоволокнистые материалы способны выдерживать температуру до 1000 °С и выше, и даже после разрушения связующего компонента, их волокна остаются неповрежденными и связанными между собой, сохраняя свою прочность и создавая защиту от огня.

Важной составляющей волокнистых теплоизоляционных материалов, оказывающей большое влияние на эксплуатационные и теплофизические характеристики волокнистых утеплителей, являются современные многокомпонентные связующие. Для волокнистых теплоизоляционных материалов характерно высокое водопоглощение, достигающее при погружении в воду до 600%. А, как известно, увеличение влажности теплоизоляционного материала значительно ухудшает его теплоизоляционные свойства.

Применение гидрофобизирующих пропиток в составе связующего позволяет снизить водопоглощение до 1,5 – 2%. Исследования по выбору связующего для производства теплоизоляционных плит показали эффективность использования для этих целей композиций из компонентов органического и неорганического происхождения. Применяемые в настоящее время комбинированные связующие, содержащее в своем составе поливинилацетатную дисперсию, синтетические смолы, натриевое жидкое стекло, поверхностно-активные вещества, гидрофобизатор, обеспыливающие и другие добавки, обеспечивают высокие эксплутационные свойства получаемых изделий, с повышенными показателями термо- и водостойкости, эффективными водоотталкивающими свойствами, неизменностью структуры, стабильностью геометрических размеров на весь срок эксплуатации [16].

Таким образом, применение ТИМ заметно сокращает теплопотери, позволяя экономить на обогреве помещений. Задача теплоизоляции зданий − снизить потери тепла в холодный период года и обеспечить относительное постоянство температуры в помещениях в течение суток при колебаниях температуры наружного воздуха. Применяя для тепловой изоляции эффективные теплоизоляционные материалы, можно существенно уменьшить толщину и снизить массу ограждающих конструкций и таким образом сократить расход основных стройматериалов (кирпича, цемента, стали и др.) и увеличить допустимые размеры сборных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Андриевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учебное пособие. – Минск: Высшая школа, 2005. – 342 с.

[2] Афанасьев А.А., Данилов Н.Н., Копылов В.Д. и др. Технология строительных процессов. - М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.

[3] Вяземская А. Энергосберегающие технологии в строительстве // Строительство и недвижимость – 2005. - № 3. – С 63-69.

[4] Девятаева Г.В. Технология реконструкции и модернизации зданий. - М.: ИНФРА-М, 2005. – 480 с.

[5] Горчаков Г.Н., Баженов Ю.М. Строительные материалы. Учеб. для вузов. (ред. Строительные материалы и контрукции). – М.: Строиздат, 2005.– 688 с.

[6] Кинчиков В. Энергосбережение в строительстве и ЖКХ // Строительство и недвижимость. – 2007 - № 4 – С. 5**9**-65.

[7] Кравченя Э.М. Охрана труда и основы энергосбережения. – Минск: ТетраСистемс, 2005. – 156 с.

[8] Савин В.К. Энергоперенос. Энергоэффективность. Энергосбережение. – М.: Лазурь, 2005. - 425 с.

[9] Самойлов М.В. Основы энергосбережения. Учебное пособие. – Минск: БГЭУ, 2002. – 240 с.

[10] Свидерская О.В. Основы энергосбережения. – Минск: ТетраСистемс, 2008. – 408 с.

[11] Wheeler D. (2012) Energy+ Country Performance Ratings 2001-2010. Center for Global Development Working Paper. 301 P.

[12] Jarman T. Jarman, Essam E. Khalil, Elsayed Khalaf (2013) Energy Analyses of Thermoelectric Renewable Energy Sources. OJEE**,** vol. 2, no. 4, pp. 143-153

[13] Ihm P., Nemri A., Krarti M. (2009) Estimation of lighting energy savings from daylighting. Build. Environ., vol. 44, pp. 509-514.

[14] Galasiu A.D., Newsham G.R., Suvagau C., Sander D.M. (2007) Energy saving lighting control systems for open-plan offices: a field study. Eng. Soc., vol. 4, pp. 7-29.

[15] Fabio Correa Leite, Decio Cicone Jr., Luiz Claudio Ribeiro Galvao, Miguel Edgar Morales Udaeta (2013) Energy-Efficiency Economics as a Resource for Energy Planning. OJEE**,** vol. 2, no.1, pp. 22-28.

[16] Bondu A., Dachraoui A. (2015) Realistic and very fast simulation of individual electricity consumptions. Int. Jt. Conf. Neural Networks. IEEE , pp. 1-8.

Зубова О.А., Таныбаева А.К., Абубакирова К.Д., Воронова Н.В., Даулетбаева М.М.
Құрылыстағы қазіргі жылу оқшаулағыш материалдар

Түйіндеме. Мақалада құрылыс саласында энергия үнемдеуіш технологиялардың әдісі және оның пайдалану болашағы сипатталған. Жылу материалдарың тығыздығы, беріктігі, сығымдалуы, су сіңірілуі, суыққа төзімділігі және т.б. сияқты сипаттамалары қарастырылған.

Жылу оқшаулаудың жалпы принциптері және түрлері сипатталған.

Жылу өткізбейтін материалдардың түрлері (органикалық және бейорганикалық) зерттелді. Құрылыста жылу оқшаулағыш материалдарды пайдалану конструкциялардың салмағын төмендетуге, құрылымдық құрылыс материалдарын тұтынуды азайтуға мүмкіндік береді (бетон, кірпіш, ағаш және т.б.) және құрылыс конструкцияларын жылу оқшаулаудың ең маңызды мақсатына жету - ғимаратты жылыту үшін энергияны тұтынуды азайту.

Жылу оқшаулағыштары тұрғын жайлылықты үй-жайларда айтарлықтай жақсартады.

Түйін сөздер: жылу өткізбейтін материалдар, жылуды оқшаулау, минералды мақта, органикалық жылу өткізбейтін материалдар, бейорганикалық жылу өткізбейтін материалдар.

УДК 004.942

[1]E. Kuharenko, [1]A. Aitymova, [1]A. Shaporeva, [2]O. Kopnova
([1]M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
[2]Kazakh National University. Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan)

MODELS OF LEARNING MANAGEMENT IN THE ORGANIZATIONAL SYSTEM

Abstract. The article is devoted to the description of the process control system in pre-school organization from the standpoint of control theory. The main management processes, objects and subjects of management, features of process management in pre-school organization as a management system are considered.

Keywords: learning models; management of organizational systems; adaptive management systems

[1]Е.В. Кухаренко, [1]А.А. Айтымова, [1]А.В. Шапорева, [2]О.Л. Коппнова
([1]Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Республика Казахстан
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ОБУЧЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Аннотация. Статья посвящена описанию системы управления процессами в дошкольной организации с позиций теории управления. Рассматриваются основные процессы управления, объекты и субъекты управления, особенности управления процессами в дошкольной организации как системе управления.

Ключевые слова: модели обучения; управление организационными системами; адаптивные системы управления.

1. Введение.

Управление в организационных системах является обним из наиболее сложных для моделирования и проектирования, принятия управленческих решений на осонове фактографических данных. Основной причиной возникающих сложностей в управлении такими системами является не только их организационная сущность, но и влияние процессов обучения, научения и забывания на процессы управления в системе.

Необходимость формализации задачи формирования компетентностных качеств как целей функционирования в системе управления организационной системой дошкольной организацией обусловлена следующими свойствами образовательной системы:

– многокомпонентностью системы с присутствием свойства эмерджентности, причем адаптивностью обладают все ее элементы – как объект, так и субъект управления;

– многофункциональность элементов системы и многобразие целей и показателей ее функционирования;

–функционирование системы характеризуется наличием каналов обмена информацией, разнообразных и действующих во все времы функционирвоания – таким образом, система может рассматриваться как дискретной, так и непрерывной;

–наличие у всей системы общей цели, общего назначения, определяющего единство сложности и организованности, несмотря на все разнообразие входящих в нее элементов;

–динамичность структуры системы, позволяющая орагнизовывать ее работу в различных режимах и адаптировать алгоритмы системы под текущее состояние;

–управление носит иерархический характер, предусматривающий сочетание централизованного управления с автономностью ее частей.

Управление процессом обучения предполагает закономерное изменение параметров и свойств субъекта, однако неопределенность его поведения влечет нелинейность этого процесса. Следовательно, задача моделирования процесов в такой системе требует формализации процессов обучения и научения с учетом всех свойств и параметров элементов и процессов в системе.

Цель предлагаемой статьи – провести обзор моделей обучения и научения с целью обоснования подходов к моделированию и управлению организационными системами в образовательном учреждении.

2. Методы.

Функционирование системы обучения характеризуется – в случае дошкольной организации образования – в первую очередь адаптивностью объекта и субъекта управления, что создает уникальную систему управления. Это является существенным отличием таковых систем – предполагает возможность самоорганизации и целеполагания; высокую энтропийную сосавляющую по причине неопределенности исходных данных процессов и состояний системы; высокую степень субъективности принимаемых решений; большое количество связей в системе, растущее экспоненциально с увеличение численности элементов в ней; отсутствие четких границ между управляющими воздействиями среди элементов системы.

Более подробное рассмотрение указанных факторов приводит к выводам о необходимости учета влияния адаптивности всех элементов системы на процессы в ней и на эффективность функционирования системы в целом. Непрерывность же процессов задает условие функционирования субъекта управления в режиме непрерывного времени и принятия управленческих решений в оперативном режиме, что отличает такую систему от дискретных, в которых управляющие воздействия вырабатываются пошагово и может быть применен принцип Белмана.

Функционирование адаптивной системы управления может быть рассмотрено как смена ситуаций – переход системы из одного состояния в другое, при этом вероятности перехода сложно формализуемы и моделирование для принятия управленческих решений, таким образом, при необходимости принятия решений в оперативном режиме не является эффективным. Характер перехода системы в новое состояние определяется законами функционирования активных решателей. Следовательно, для синтеза модели рассматриваемой системы необходимо владеть информацией о характере взаимосвязей между ее элементами и свойствах процесса обучения.

В предположении, что процесс получения некоторых знаний есть процесс овладения «языком», присущим изучаемой области знаний, можно применить модель Саймона, полученную на основе анализа процесса изучения иностранного языка. Саймон предположил, что главными факторами, определяющими эффективность процесса обучения, являются исходный уровень непонимания языка и продолжительность обращения к изучаемому предмету.

В качестве гипотез об основных тенденциях и условиях процесса обучения Саймон выдвинул следующие предположения:

–уровень непонимания меняется в процессе обучения логарифмически с ростом частоты и продолжительности обращения к языку, практики разговорной речи;

–существует «граница положительной мотивации» при обучении новому языку;

–смысл понятия «граница положительной мотивации» заключается в том, что при определенном уровне непонимания обучаемый стремится сокращать продолжительность занятий языком;

–если же уровень непонимания ниже некоторого критического порога для данного значения продолжительности занятий («порога отрицательной мотивации»), то имеются положительные побудительные мотивы для продолжения занятий и обучаемый будет стремиться увеличить продолжительность занятий;

– если же уровень непонимания выше критического порога, то мотивация отрицательна и обучаемый будет стремиться сократить продолжительность занятий или вообще откажется от изучения языка;

– скорость изменения интенсивности обучения (частоты и продолжительности обращения к языку) зависит от близости параметров обучения к границе положительной мотивации.

Модель Саймона включает два дифференциальных уравнения с двумя переменными, двумя параметрами и одним условием, кривые траекторий познавательного процесса взаимодействия для различных наборов исходных значений факторов модели отражают динамику изменения процесса взаимного непонимания от частоты совместной работы.

Анализ результатов позволяет получить достаточно полное представление об особенностях процесса взаимодействия участников познавательного процесса.

Так, например, при хорошем начальном уровне взаимопонимания, даже при сравнительно низкой частоте общения удается снизить уровень непонимания практически до нуля, не вызывая у сторон отрицательных эмоций. Если же уровень непонимания очень высок, а частота общения низкая, редкие контакты с обучаемым навряд ли принесут желаемый результат и система останется практически на том же уровне непонимания. Настойчивая совместная работа, которая, несмотря на возникающие трудности (и вследствие этого отрицательную начальную мотивацию), в конце концов приводит к успеху. Траектория процесса, характеризующая высокую частоту общения, за счет чего уровень непонимания снижается практически до нуля.

Модель не может в полной мере отразить все особенности процесса обучения, однако позволяет однозначно утверждать возможность возникновения ситуации, когда обучаемый не может осовить требуемый объем знаний в установленные сроки. Идеальной в смысле достижения желаемого результата является лишь первая ситуация, когда обучаемый обладает достаточно высоким уровнем положительной мотивации. Однако последние две ситуации могут привести к желаемому результату за период времени, превосходящий предполагаемый.

В то же время модель, описывающая отношения «педагог – обучаемый» - это модель индивидуального обучения, т.е. математическая модель с памятью, описываемая дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{dx(t)}{dt} + Kx(t - T_{запаздывания}) = b(t),$$

где x — количественная характеристика усвоенной в процессе обучения информации, $b(t)$ — количественная характеристика потока входной информации, K — индивидуальный коэффициент восприятия информации, *Тзапаздывания* — индивидуальное время запаздывания в восприятии информации.

Индивидуальный «коэффициент обучаемости» L запаздывания =КТ .

В диапазоне значений L ∈ [0,4; 1] (характеристика «среднего» обучаемого):

— время усвоения определенной порции информации является минимальным;

— максимальная точность в восприятии входной информации;

— в случае модели белого шума для флуктуаций запаздывания возникает наименьшая дисперсия ошибки восприятия входной информации.

Уточненная модель характеризуется учетом нелинейного характера изменения коэффициента восприятия К от объема накапливаемых в процессе обучения знаний.

Агентный подход к моделированию процесса научения, рассмотренный Д. Новиковым, в постановке «требуется за фиксированное время и при фиксированном объеме учебного материала так распределить его во времени, чтобы максимизировать «качество обучения», рассматривает процесс научения как рндивидуальный, так и в группе с позиции динамических систем и описывается дифференциальными уравнениями.

Управляемыми параметрами замедленно-ассимптотических кривых научения являются время научения, число итераций, тип агента-обучаемого, начальная квалификация агента, конечное значение квалификации, скорость изменения типа агента, именуемая как скорость научения. Кривые аппроксимируются экспоненциальными кривыми или дискретной последовательностью перехода агента из одного состояния в другое, различаемые комптентностными характеристиками агента.

Дальнейшие исследования модели коррелируют с методиками измерения компетентности обучаемых в дошкольных организациях образования, принятой в Казахстане. Тип агента определяется

количеством - объемом – работ, выполняемых им в определенном периоде времени, а результат агента – суммарный объем работ, успешно выполненный им за все время научения. Однако общий объем работ агента существенно превышает успешные работы – и он определяет эффективное внутреннее время агента, затраченное им на приобретение опыта.

Многоагентные системы научения в представленном типе моделей приводят к выводу о высокой эффективности научения в группе и получении более высоких квалификационных характеристик – типов агентов – при групповой организации обечения, нежели при индивидуальном. Решения рассматриваемой модели позволяют утверждать о наличии ассимптотических характеристик в индивидуальном обучении и отсутствии таковых при групповом обучении агентов. То есть, групповое обучение снимает ограничения типа агента, возможного к получению в итоге функционирования системы.

3. Результаты.

Рассмотренные модели научения, используемые для обоснования при принятии управленческих решений в организационных системах обучения и научения, позволили прийти к следующим выводам, на основе которых можно проектировать адаптивную систему управления процуессами в дошкольной организации образования:

— при фиксированном суммарном объеме работ тип агента определяется однозначно и не зависит от того, как объемы работ распределены по периодам времени. Поэтому задача максимизации типа агента при фиксированном суммарном объеме работ в рамках рассматриваемой модели не имеет смысла;

— задачи оптимального обучения могут заключаться в экстремизации одной из переменных при фиксированных остальных переменных;

— решение задачи об оптимальном обучении не зависит от начальной квалификации агента. С точки зрения результатов отдельных независимых агентов существенны только индивидуальные различия скоростей их научения;

— оптимальное распределение объемов работ по периодам не зависит от начальной квалификации агент;

— чем больше скорость научения, тем меньше оптимальное значение объема работ, выполняемого в первом периоде. То есть чем выше скорость научения агента, тем больший объем работ он должен выполнять в последнем периоде (и, соответственно, тем меньший объем работ необходимо выделять на начальный период для повышения его начальной квалификации).

Таким образом, агентный подход и полученные выводы позволяют утверждать, что результат и эффективность функционирования системы научения зависят от организации самой системы, а не от параметров ее элементов и оптимальной стратегией научения является увеличение объема работ агента со временем. Характеристики объекта управления влияют лишь на выпуклость кривой, описывающей траекторию научения - чем выше скорость обучения, тем более «выпуклой» является оптимальная траектория обучения.

Следовательно, адаптивность системы и ее элементов должна заключаться не в динамических характеристиках при принятии решения и зависеть не от оперативности принятия решений, а от степени энтропийной неопределенности и организованности системы как самоорганизующейся с элементами управления.

4. Обсуждение.

Полученные результаты исследования приводят к необходимости рассотрения результатов функционирования организационной системы научения как независящих от начального состояния, однако существенно зависящих от организации системы – ее структуры, адаптивности, количества активных элементов. Таким образом, для достижения результатов функционирования такой системы важную роль играет способ организации ее деятельности – снижение степени неопределенности системы посредством выработки эффективных управленческих решений, организации оптимальной структуры системы, технологии и методологии функционировнаия системы и процессов в ней.

Исследование процессов в организационных системах научения с учетом свойств адаптивности объекта и субъекта управления является задачей изучения сложной системы с трудноформализуемыми параметрами. Эффективность функционирования организационной системы существенно зависит от ее управляемости и адаптивности субъекта управления, однако в рассматриваемой системе адаптивным является также и объект управления.

При этом управление адаптивной системой можно рассматривать и в аспекте адаптивной инфраструктуры, отсутствие свойства адаптивности у которой могло бы привести к несовместности системы управления и объекта управления. Таким образом, для построения системы управления необходимо проектирования адаптивность объекта, субъекта управления и инфраструктуры системы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Новиков Д.А. Модели обучения в процессе работы// Управление большими системами: сборник трудов, 2007, с. 5-22.

[2] Саймон Г.А. Теория принятия решений в экономической теории и науке о поведении. – Вехи экономической мысли Т.2. Теория фирмы/Под ред. В.М. Гальперина — СПб.: Экономическая школа, 2000 — С.54—72 — 534с. — ISBN 5-900428-49-4

[3] Солодова Е.А., Антонов Ю.П. Математическое моделирование педагогических систем. - "Математика. Компьютер. Образование". Сб. трудов XII международной конференции. Под общей редакцией Г.Ю. Ризниченко Ижевск: Научно-издательский центр "Регулярная и хаотическая динамика", 2005. Том 1, 332 стр. Стр. 113-121.

[4] Третьяков П. И. Адаптивное управление педагогическими системами. Учебное пособие / П.И. Третьяков, С.Н. Митин, Н.Н. Бояринцева. - М.: Академия, 2013. - 368 с.

[5] Цыганов В. В. Адаптивные механизмы и высокие гуманитарные технологии. Теория гуманитарных систем / В.В. Цыганов. - М.: Академический Проект, Альма Матер, 2012. - 352 с.

[6] Мюллер А.П. Организационная коммуникация. Структуры и практики / Андреас П. Мюллер, Альфред Кизер. - М.: Гуманитарный центр, 2016. - 440 с.

[7] Бурков В. Н. Введение в теорию управления организационными системами / В.Н. Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков. - М.: Либроком, 2017. - 264 с

[8] Новиков Д. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы / Д.А. Новиков, А.А. Иващенко. - М.: Ленанд, 2013. - 336 с.

[9] Митин А.И. Филичева Т.А. «Информационно-аналитическая система мониторинга качества профессиональной подготовки» Открытое образование, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, № 4 (99), с. 46-51, 2013.

[10] Галеев И. Х. Модель управления процессом обучения в ИОС // ОТО. 2010. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/model-upravleniya-protsessom-obucheniya-v-ios

[11] Афанасьев Ю.И. Оптимизация модели управления процессом обучения //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1 (часть 1) С.-52-61

[12] Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров: М.: МПСИ, 2016. -253 с.

[13] Информатика и вычислительная техника в учебном процессе и управлении: Омск: ОГПИ, 1988. 202 с.

[14] Краевский В.В. Лернер И.Я. Процесс обучения и его закономерности: Дидактика средней школы: М.: Педагогика, 2016-320 с..

[15] Любимова М.М., Дырдасова А.С. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. XI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 8(11). URL: https://sibac.info/archive/meghdis/8(11).pdf

[16] Наумцева Е.А. Самообучающиеся организации и организационное научение: ключевые понятия, модели, инструменты оценки // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 2 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2016/02/62862

Кухаренко Е.В., Айтымова А.А., Шапорева А.В., Копнова О.Л.

Ұйымдастыру жүйесіндегі оқытуды басқару модельдері

Түйіндеме. Мақалада мектепке дейінгі ұйымдағы процестерді басқару жүйесін сипаттау теориясы тұрғысынан қарастырылады. Басқарудың негізгі процестері, басқару объектілері мен субъектілері, мектепке дейінгі ұйымда басқару жүйесін басқару процесінің ерекшеліктері қарастырылады.

Түйінді сөздер: оқыту модельдері; ұйымдық жүйелерді басқару; адаптивті басқару жүйесі.

[1]B.S. Safaraliev, [2]N.S. Kolyeva, [2]N.I. Pustovalova, [2]R.N. Kozhakhmetova

([1]Chelyabinsk State Institute of Culture and Arts, Chelyabinsk, Russia

[2]North Kazakhstan State University named after M. Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

E-mail: nkoleva@mail.ru)

MODELING OF THE MECHANISM OF FUNCTIONING OF EDUCATIONAL SYSTEMS

Abstract .The model presented in the article implements one of the possible ways to describe the mechanism of functioning of the educational system. It allows us to formulate rational laws of planning and stimulation on the basis of an objective analysis of the system. Description of the structure of the organizational system is a block diagram and a description of a set of parameters that determine the state of each structural element and the system as a whole.

Keywords: information educational environment, informatization, modeling of educational systems, the problem of nonlinear programming, information technology.

[1]Б.С. Сафаралиев, [2]Н.С. Кольева, [2]Н.И. Пустовалова, [2]Р.Н. Қожахметова
([1]Челябин өнер және мәдениет институты, Челябинск, Ресей
[2]М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавл,
Қазақстан Республикасы E-mail: nkoleva@mail.ru)

БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІ ҚЫЗМЕТІНІҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ МЕХАНИЗМІН МОДЕЛДЕУ

Аңдапта. Мақалада білім беру жүйесінің сапасына қойылатын теориялық-педагогикалық, әдістемелік және технологиялық талаптардың құрылымын, құрамын және жүйесін көрсететін модель сипатталған. Мақалада берілген модель білім беру саласы жүйесінің жұмыс істеу механизмін сипаттаудың мүмкін тәсілдерінің бірін жүзеге асырады. Ол жүйе қызметін объективті талдау негізінде жоспарлау мен ынталандырудың ұтымды заңдарын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Ұйымдастыру жүйесі құрылымының сипаттамасы құрылымдық схеманы және әрбір құрылымдық элементтің және жалпы жүйенің күйін беретін параметрлер жиынтығының сипаттамасын құрайды.

Түйін сөздер: ақпараттық білім беру ортасы, ақпараттандыру, білім беру жүйесін моделдеу, бейсызық бағдарламалау міндеті, ақпараттық технологиялар.

Кіріспе. Білім беру мекемелерінің ұйымдастыру жүйесінің қызметін жетілдіру көбінесе олардың жұмыс істеу технологиясының барабар сипаттамасымен байланысты. Білім беру саласының ұйымдастыру жүйесі үшін шығындарға байланысты жүйенің соңғы өнімінің көрсеткіштерін бағалайтын "кіру-шығу" үлгісінің моделін құру өте қиын. Мұндай жүйелер үшін жұмыс істеу технологиясын сипаттау базасында білім беру жүйелерінің жұмыс істеу тетігінің жекелеген компоненттерін іске асыратын интеграцияланған ақпараттық білім беру ортасы құрылуы тиіс.

Төменде берілген модель білім беру саласы жүйесінің жұмыс істеу механизмін сипаттаудың мүмкін тәсілдерінің бірін жүзеге асырады. Ол жүйе қызметін объективті талдау негізінде жоспарлау мен ынталандырудың ұтымды заңдарын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Білім беру жүйесін толық формалды түрде ұсыну жүйенің құрылымын, шектеу моделін және жұмыс істеу механизмін сипаттаудан тұрады.

Зерттеу нысандары мен әдістері. Ұйымдастыру жүйесінің құрылымын сипаттау әрбір құрылымдық элементтің және жалпы жүйенің жай-күйін беретін құрылымдық схема мен параметрлер жиынтығының сипаттамасын құрайды [1-6].

Ұйымдастыру жүйесінде келесі компоненттерді бөліп аламыз: орталық, ұйымдастыру жүйесінің элементтері Эі (i=$\overline{1,n}$) және сыртқы орта. Орталық жүйенің басқарушы органы болып табылады және $Э_i$ элементтеріне басқару параметрлерін тағайындау жолымен оның тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуге ұмтылады. Ұйымдастыру жүйесінің элементтері өз қызметін тағайындалған басқару параметрлеріне сәйкес және ынталандырудың нақты қолданыстағы қағидаттарын ескере отырып ұйымдастырады. Екі деңгейлі ұйымдық жүйенің мазмұнды мысалы – Қазақстан Республикасының Ғылым және білім министрлігі. Осы жүйенің орталығы Министрліктің басқару аппараты, элементтері – жоғары оқу орындары, республиканың сыртқы ортасы болып табылады.

Әрбір Эі элементінің соңғы өнімдерін шығару қызмет көрсеткіштерінің кейбір жиынтығымен сипаттауға болады: Пі={Pij, j= }.

Барлық көрсеткіштер әдетте қол жеткізілген деңгейді бағалау немесе өнім өндірісіндегі өсім түрінде тұжырымдалуы мүмкін.

Эі элементі үшін күй векторын енгіземіз. t уақыты кезінде оның әрбір компоненті уақыт аралығының соңында осы элемент қызметінің кейбір көрсеткішінің мәні t сәйкес келуі тиіс: $\overline{X_i}$ (t) = {X_{ij}(t)/ X_{ij}(t) = P_{ij}(t), j=$\overline{1,m}$ }, i=$\overline{1,n}$.

Ұйымдастыру жүйесінің жағдайы деп t: (t) = { (t), i=} уақыт сәтіндегі оның элементтерінің жай-күйінің жиынтығын түсінеміз.

Құрылым сипатталғанда орталықпен күй векторын байланыстырмайды. Орталықтың сипаттамасын ұйымдастыру жүйесінің жұмыс істеу тетігін таңдау бойынша оның іс-әрекетін сипаттау жолымен жүргізу ұсынылады.

Әдетте, х кеңістігіндегі жүйенің барлық күйі рұқсат етілген емес. Рұқсат етілген жағдайлардың көптігін сипаттау үшін шектеу модулін енгізу қажет. Өндірістік емес сала жүйесінің шектеу моделін сипаттау кезінде "технологиялық" шектеулер неғұрлым маңызды болып табылады [7-10].

Ұсынылған модельде жүйе элементтерінің жұмыс істеуін сипаттау үшін кернеу функциясы қолданылады. t – H_{ij}(t) уақыты кезінде j көрсеткіші бойынша Эі элементінің қызмет ету кернеулігінің

көрсеткіші ретінде $X_{ij}^{н}(t)$ қызметінің қол жеткізілген деңгейі жағдайында қалыптасқан технология кезінде элементпен жұмыстың нормативтік жағдайына қол жеткізудің уақытша шығындарын қарастыру ұсынылады. $X_{ij}(t-1)$:

$$H_{ij}(t) = \frac{X_{ij}^{n}(t) - X_{ij}(t-1)}{\omega_{ij}(t-1)},$$

онда $\omega_{ij}(t)$ – уақыт аралығы үшін I элемент үшін j көрсеткішінің өзгеру жылдамдығын бағалау (t-1).

Шамасы $\omega_{ij}(t)$ туынды функциялар болып табылады $X_{ij}(\tau)$ τ = t-1 нүктесінде. Дамушы жүйе үшін шамаларды $\omega_{ij}(t-1)$ бағалаудың қарапайым тәсілі келесі болып табылады:

$\omega_{ij}(t-1)$ = { $X_{ij}(t-1) - X_{ij}(t-2)$, если $X_{ij}(t-1) - X_{ij}(t-2) > 0$; ε_j олай болмаған жағдайда, },

онда ε_j - j көрсеткішінің өзгеруінің ең аз рұқсат етілген жылдамдығы (ұйымдастыру жүйесі элементтерінің қызметі туралы статистикалық деректерді қосымша талдау жолымен бағаланады).

Элементтер қызметінің жиынтық кернеулігін мына формула бойынша бағалауға болады

$H_i(t) = \sum_{j=1}^{m} h_{ij}(t)$, $j = \overline{1,n}$.

Күйге жету бойынша Эі элементінің кернеулігі $X_{ij}^{н}(t)$ уақыт кезінде t $H_{ij}^{*}(t)$: $H_i(t) \le H_{ij}^{*}(t)$ кейбір шекті мәннен аспауы тиіс.

Шектеу $H_{ij}^{*}(t)$: $H_i(t) \le H_{ij}^{*}(t)$ негізгі "технологиялық" шектеу ретінде қарау ұсынылады. Ол жұмысты ұйымдастырудың қалыптасқан деңгейі кезінде еңбек өнімділігінің ықтимал өсімін білдіреді.

Hi*(t) шамасын бағалау ретінде қарапайым жағдайда алдыңғы интервалдағы – Hij*(t) тиісті элементтің қол жеткізілген кернеулігінің мәнін қолдануға болады. Сонда $H_i(t) \le H_{ij}^{*}(t)$ шектеу "кепілді нәтиже"деген жақсы белгілі қағиданы іс жүзінде іске асырады. "Технологиялық" шектеуді анықтаудың басқа да тәсілдері, мысалы, кернеуліктің өсуіне және т. б. шектеу енгізу жолдары мүмкін екендігін байқаған жөн.

Әрбір ұйымдастыру жүйесі сыртқы ортамен өзара іс-қимыл жасайды, сондықтан осы өзара іс-қимылға байланысты шектеулер енгізу қажет. Сыртқы ортаның негізгі талаптары $X_{ij}^{д}(t)$, $X_{ij}^{д}(t)$. көрсеткіштерінің директивалық мәндерін тапсыру арқылы ескеруге болады. Бұл ретте ұйымдық жүйе элементтерінің жай-күйіне қойылатын шектеулер $X_{ij}^{н}(t) \ge X_{ij}^{д}(t)$, $j \in Z_i^{д}$;

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_j X_{ij}^{h}(t) \ge X_j^{д}(t),\ j \in M^{д},$$ где

онда $Z_i^{д}$ –$Э_i$; элементке арналған мәндердің жиыны

$M^{д}$ --мәні жалпы ұйымдастыру жүйелері үшін директивалық түрде қойылатын көптеген көрсеткіштер.

Мұнда α_j коэффициенттер директивтік көрсеткіштердің "табиғатын" сипаттайды: = 1 / n, егер көрсеткіш орташа болса; α_j = 1, Егер көрсеткіш жиынтық болса.

Қарастырылған шектеулерден басқа, орталықтың талаптарын көрсететін қосымша шектеулер енгіземіз. Дамушы жүйелер үшін олар, мысалы, ағымдағы кезеңде ұйымдық жүйелер мен оның элементтері көрсеткіштерінің мәндері директивалық түрде берілмеген көрсеткіштер үшін өткен кезеңде қол жеткізілген мәндерден кем болмауы тиіс екендігін білдіре алады:

$$X_{ij}^{н}(t) \ge X_{ij}(t-1),\ j \notin Z_i^{д};$$

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_j X_{ij}(t) \ge \sum_{i=1}^{n} \alpha_j X_{ij}(t-1),\ j \notin M^{д}.$$

Бұдан әрі ұйымдастыру жүйесінің жұмыс істеу механизмін сипаттауға көшеміз. Жұмыс істеу тетігі, ең алдымен, орталық пен элементтердің мақсатты қондырғыларымен анықталады.

Негізінен, білім беру саласының барлық ұйымдастыру жүйелері көптеген мақсаттарды көздейді және олардың орындалу деңгейін бір критериймен ескеру оңай емес. Сондықтан ұйымдастыру жүйесі элементтерінің мақсатты функцияларын қалыптастырудың негізделген тәсілі мынада болып табылады. Элементтің мақсатты жұмыс істеу сипатын ұйымдастыру жүйесі қызметінің соңғы өнімдеріне қойылатын талаптарды білдіретін мақсаттар ағашы (МА) түрінде ұсынуға болады [11-15]. МА сәйкес

өлшемдер ағашын құруға болады (сияқты). Бұл ретте МҚ к-деңгейінің ϕ_ζ^k өлшемі МА к-деңгейінің A_ζ^k кіші мақсатының орындалу дәрежесі ретінде қалыптасады.

КА-ның шектес деңгейлерінің өлшемдері арасындағы байланысты былайша ұсынуға болады:

$$\hat{O}_\zeta^k = \sum_{l \in \Omega_{k-1(\zeta)}^k} W_l^{k-1} \hat{O}_1^{k-1}, \text{ онда}$$

$W^{k-1}{}_l$ – Өлшем мәндерінің салмақ коэффициенттері (к-1);

$\Omega^{\kappa}{}_{к-1(\xi)}$ – КА (к-1)-ші деңгейдің өлшем көпшілігі, к деңгейінің с ξ өлшемімен иерархиялық байланысты.

Салмақ коэффициенттері келесі шектеуді қанағаттандыруы тиіс:

$$\sum_{l \in \Omega_{k-1(\zeta)}^k} W_l^{k-1} = 1$$

A_ζ^k к- деңгейінің барлық кіші мақсаттары үшін.

Осыған байланысты, КА түбірі – Ф1 интегралды критериі – ұйымдастыру жүйесінің функциясы ретінде қарастыруға болады, ал элементтердің қызметін бағалауды осы критерийдің қол жеткізілген мәні бойынша жүргізуге болады.

КА критерийлерін $X_{ij}(t)$ көрсеткішінің қол жеткізілген мәнінің $X_{ij}{}^{н}(t)$нормативтік мәніне қатынасы ретінде қалыптастыру ұсынылады.

$\{X_{ij}{}^{н}(t)\}$ және $\{W^{k-1}{}_l\}$ мәндері ұйымдастыру жүйесін басқару стратегиясын анықтайды.

Әрбір элемент үшін нормативтік жағдайды таңдауды орталық жүйенің жоспарын әзірлеу рәсімін анықтайтын кейбір жоспарлау Заңы бойынша жүзеге асырады. Бұл ретте жоспар немесе жоспарланатын жағдай деп жоғары тұрған, директивалық орган тұрғысынан белгілі бір уақытта қажет болып табылатын және жүйенің ішкі жай-күйі мен оның өзара байланыстары айқындайтын шектеулерді ескеретін жүйенің жай-күйі түсініледі. Жүйенің жоспарланған күйі нормативтік деп те аталады.

Ұйымдастыру жүйелерін басқару тәжірибесінде жоспарлаудың әртүрлі принциптері қолданылады. Жоспарлау принциптері оптимизациялық есептің құрылымын анықтайды,оны шешу жүйенің жай-күйін ұтымды таңдауға мүмкіндік береді. Әдетте жоспарлаудың оңтайландырудың мақсатты функциясы жалпы ұйымдастыру жүйесінің (орталықтың) мақсатты функциясы болып табылады. Білім беру саласының жүйесін жоспарлау міндеттерінде осындай мақсатты нысан ретінде аддитивті нысан таңдалуы мүмкін, онда сараптамалық әдістермен анықталатын салмақтық коэффициенттермен алынған қызмет көрсеткіштері ұсынылған. Мұндай тәсілді қолдану әрдайым белгілі қиындықтарға байланысты объективті салмақ коэффициенттерін анықтау мүмкін емес.

Білім беру мекемелерінің ұйымдастыру жүйесін жоспарлау Заңының ұсынылып отырған моделі барынша кепілді нәтиже принципіне негізделеді, оны іске асыру жүйенің энтропиялық функциясын барынша арттыру жолымен жүзеге асырылады. Жүйенің энтропиясы жүйенің белгісіз күйлерінің әртүрлілік өлшемі болып табылады және жүйенің жай-күйінің логарифмі ретінде енгізіледі. Осы ықтималдыққа баға беруді нормативтік жағдайдың құрамдас бөлігіне қол жеткізудің маңыздылығын ескере отырып жасау ұсынылады: $V_{ij}(t) = \dfrac{H_{ij}(t)}{H_i(t)}$.

Сонда жүйенің энтропиялық функциясын келесідей анықтауға болады: $S = -\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} V_{ij}(t) \cdot \ln V_{ij}(t)$.

Берілген шектеулер кезінде берілген функцияның максимумын жеткізетін ұйымдастыру жүйесі элементтерінің жай-күйі және Y_i.

элементтері үшін $X_{ij}{}^{н}(t)$ нормативтік жай-күйі болып табылады.

Білім беру мекемелерінің ұйымдастыру жүйесі элементтерінің қызметін нормативтік жоспарлау міндетін тұтастай алғанда былайша тұжырымдау ұсынылады:

$$-\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} V_{ij}(t) \cdot \ln V_{ij}(t) \to \max;$$

$$V_{ij}(t) = \frac{H_{ij}(t)}{H_i(t)}$$

$$H_{ij}(t) = \frac{X_{ij}^{H}(t-1) - X_{ij}(t-1)}{\omega_{ij}(t-1)}$$

$$H_i(t) = \sum_{j=1}^{m} H_{ij}(t)$$

$\omega_{ij}(t-1) =$ $X_{ij}(t-1) - X_{ij}(t-2)$, если $X_{ij}(t-1) - X_{ij}(t-2) > 0$; ε_j керісінше жағдайда.

$$X_{ij}^{H}(t) \geq X_{ij}(t-1),\ j \notin Z_i^{Д};$$

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_j X_{ij}^{H}(t) \geq \sum_{i=1}^{n} \alpha_j X_{ij}(t),\ j \in M^{Д}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_j X_{ij}^{H}(t) \geq \sum_{i=1}^{n} \alpha_j X_{ij}(t-1),\ j \notin M^{Д}$$

$$H_i(t) \leq H_{ij}^{*}(t).$$

$j=\overline{1,m}$; $i=\overline{1,n}$.

Талқылау. Ұсынылатын модель-сызықты емес бағдарламалау міндеті, оны шешу әдістері белгілі. Ол білім беру саласының әртүрлі ұйымдастыру жүйелері қызметін басқару процесінде қолданылды.

Объективті қалыптасқан нормативтік жағдай директивалық органдардың мақсаттарын білім беру жүйесінің мүмкіндіктерімен байланыстыруға, жалпы жүйені дамытудың негізгі бағыттарын ұсынуға, қалаған жағдайға жету бойынша ұйымдастыру жүйесінің қызметін жедел бағалауға, қызмет ету кезеңінде ұйымдастыру жүйесінің жұмыс қорытындысын шығаруға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Бурков В.Н. Белсенді жүйелердің математикалық теориясының негіздері. – М.: Наука, 1977. – 255 б.

[2] Todd P., Benbasat I. An experimental investigation of the impact of computer based decision aids on decision making strategies // Information Systems Research, Vol.2, 1991. P.87-115. doi: 10.1287/isre.2.2.87.

[3] Amador S.R., Pérez M.D., López-Huertas M.J., Font R.J.R. Indicator system for managing science, technology and innovation in universities // Scientometrics, Vol.115, No. 3, 2018. P. 1575-1587. doi: 10.1007/s11192-018-2721-y.

[4] Urintsov A.I., Dik V.V., Larionov A.S. Development of decision suPort systems through the contradictions of informational society // International Journal of Information and Decision Sciences. Vol. 10, No. 4, 2018. P. 279-296. doi: 10.1504/IJIDS.2018.095489.

[5] Vlasova V.K., Kirilova G.I., Curteva O.V. Matrix classification of information environment algorithms aPlication in the educational process // Mathematics Education. Vol. 11, No. 1, 2016. P. 165-171. doi: 10.12973/iser.2016.21015a.

[6] Lidstone L., Wright T., Sherren K. An analysis of Canadian STARS-rated higher education sustainability policies // Environment, Development and Sustainability, 17, No.2, 2015. P. 259-278. doi: 10.1007/s10668-014-9598-6.

[7] Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С. Механизмы формирования и функционирования информационной образовательной среды образовательных учреждений // Современные наукоемкие технологии №7, 2015/ Издательский Дом «Академия Естествознания». – Москва. 2015. – С.89-93.

[8] Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С. Проектирование образовательного портала как средства активизации самостоятельной работы студентов дистанционного обучения // Многопрофильный научно-производственный журнал Костанайского инженерно-экономическоого университета им. М. Дулатова №4. – Костанай, 2017.- С.64-69.

[9] Ехлаков Ю.П., Яворский В.В. Басқарудың ұйымдық жүйелерінің қызмет етуінің құрылымдық өзара байланысын модельдеу. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2000. – 171 б.

[10] Янг С. Ұйымды жүйелі басқару. – М.: Сов. Радио, 1972. – 455 б.

[11] Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С. Принципы информатизации образовательной деятельности в общеобразовательных учреждениях // Многопрофильный научно-производственный журнал Костанайского инженерно-экономическоого университета им. М. Дулатова №4. – Костанай, 2017.- С.69-74.

[12] Beveridge D., McKenzie M., Vaughter P., Wright T. Sustainability in Canadian post-secondary institutions: The interrelationships among sustainability initiatives and geographic and institutional characteristics // International Journal of Sustainability in Higher Education. Vol. 16, No. 5, 2015. P. 611-638. doi: 10.1108/IJSHE-03-2014-0048.

[13] Jabareen. Y. Towards a sustainability education framework: Challenges, concepts and strategies-the contribution from urban planning perspectives // Sustainability, Vol. 4, No. 9, 2012. P. 2247-2269. doi: 10.3390/su4092247.

[14] Bieler A., McKenzie M. Strategic planning for sustainability in Canadian higher education // Sustainability (Switzerland). Vol.9, No.2, article № 161, 2017. doi: 10.3390/su9020161.

[15] Mokin B.I., Mokin V.B., Mokina, Y.V. Decision suPort system for the use of funds received from higher education institution paid services // Actual Problems of Economics. Vol.177, No. 3, 2016. P. 372-383.

Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С., Пустовалова Н.И., Кожахметова Р.Н.

Моделирование механизма функционирования деятельности образовательных систем

Резюме: Представленная в статье модель реализует один из возможных способов описания механизма функционирования системы образовательной сферы. Она позволяет сформулировать рациональные законы планирования и стимулирования на основе объективного анализа деятельности системы. Описание структуры организационной системы составляют структурная схема и описание набора параметров, задающих состояние каждого структурного элемента и системы в целом.

Ключевые слова: информационная образовательная среда, информатизация, моделирование образовательных систем, задача нелинейного программирования, информационные технологии.

УДК 621.39:004.05

A.B. Adranova
(Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: assel.adranova@gmail.com)

THE CONCEPT OF ORGANIZATION OF INFORMATION FLOWS OF DISTANCE EDUCATION SYSTEMS, TAKING INTO ACCOUNT THE NEED TO ENSURE THEIR CYBERSECURITY

Abstract. The article are considered the concept of organization of information flows of distance education systems, taking into account the need to ensure their cybersecurity. It is shown that the proposed structure of the organization of information flows in the systems of distance education of universities, in our opinion, is able to effectively implement a comprehensive interaction of both existing and new promising mechanisms of control and processing of information flow that circulate in the digital educational environment of the university and distance education systems. The result of the execution of control actions will be the formation of a virtual environment that contains elements that contribute to the implementation of the request.

Key words. cybersecurity, digital educational system of the university, distance education systems, information security, cyber threats

А.Б. Адранова
(Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: assel.adranova@gmail.com)

КОНЦЕПЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ НЕОБХОДИМОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается концепция организации информационных потоков систем дистанционного образования (СДО) с учетом необходимости обеспечения их кибербезопасности (КБ). Показано, что предлагаемая структура организации информационных потоков в систем дистанционного образования университетов, на наш взгляд, способна эффективно реализовать комплексное взаимодействие как существующих, так и новых перспективных механизмов контроля и обработки информационных поток (ИП), которые циркулируют в цифровой образовательной среды современных университетов (ЦОСУ) и СДО. Результатом выполнения управляющие воздействия (УВ) будет формирование виртуальной среды, которая содержит элементы способствующие реализации запроса.

Ключевые слова: кибербезопасность, цифровая образовательная среда университета, системы дистанционного образования, информационная безопасность, киберугрозы.

Введение. В условиях глобальной цифровизации общества всё большее распространение в сфере образования, за счёт присущих только имкачественных характеристик качеств, приобретают системы дистанционного образования (СДО) [1]. Параллельно актуализировались задачи по обеспечению кибербезопасности информационных потоков, которые содержат конфиденциальную информацию и

принадлежат СДО или же являются частью ее документооборота. Существующие же типовые решения по КБ СДО по мнению многих исследователей [2, 3, 5], способны лишь частично решать задачи, связанные с ИБ и КБ СДО.

Анализ предшествующих исследований. Многие авторы[1, 2, 6-9], занимающиеся проблематикой обеспечения ИБ и КБ предприятий в цифровой сфере, а сюда бесспорно можно отнести и ЦОСУ, показали, что самым результативным может стать подход, при котором система управления информационными потоками (ИП) внутри ЦОСУ выполнена исходя из разделения целей функционирования этих потоков, а также контента который каждый поток содержит.

Таким образом в рамках данного исследования, рассмотрим задачу по созданию структуры СДО, которая учитывала бы степень защищенности отдельных информационных потоков в рамках ЦОСУ, а также потенциально была бы способна обеспечивать контроль за ИП, а также защитить СДО от произвольных информационных атак со стороны компьютерных злоумышленников.

Цель статьи. Разработка концептуальной схемы информационных потоков СДО с учетом необходимости обеспечения их кибербезопасности.

Основной материал статьи.Для СДО, как и для большинства цифровых систем, можно выделить два вида ключевых угроз, которые в той или иной степени способны оказать влияние на уровень подготовки учащихся, а также на работоспособность СДО в целом. К таким группам угроз, без более детальной классификации, которой посвящено достаточно большое количество исследований других авторов [7-9] можно отнести:

Внешние угрозы – т.е. дистанционное воздействие на СДО злоумышленника, например, направленное на создание возможностей для неправомерного проникновения в СДО;

Внутренние угрозы – неправомерное введение злоумышленниками инородных информационных потоков в ЦОСУ, в частности в информационные системы, используя уязвимости и слабые места в контурах защиты СДО.

Полагаем, чтобы реализовывать основную миссию СДО, т.е. дать шансывсем студентам, в независимости от их местонахождения, экономических социальных, и других условий, получить качественное образование и при этом оставаться рентабельной и конкурентоспособной, любая СДО современного университета должна обладать такими свойствами[9-11]:

Качественно и оперативно обрабатывать информационные потоки, которые циркулируют в СДО, а также в ЦОСУ в целом;

Способствовать непрерывному и стабильному циклу работы СДО;

Обеспечить конфиденциальность личных данных преподавателей и студентов, которые пользуются СДО.

Исходя из выше сказанного, можно представить структуру СДО и ее основных информационных потоков, опираясь не только на функциональные требования к СДО, но и принимая во внимание необходимость решения задачи по обеспечению информационной и кибербезопасности подобных систем. Структурная схема представлена на рис. 1, и данный подход позволяет в необходимом объеме учитывать, как основные требования к СДО, так и принимать во внимание задачи по защите информационных потоков в рамках системы.

В случае возникновения внешних информационных потоков, обозначенных на схеме 1, как «**1**» они, прежде чем попасть в ЦОСУ и ее компоненту СДО, предварительно должны быть обработаны в блоке, отвечающем за сбор и обработку информации (на рис. 1. обозначен как БСОИ). Данный блок в соответствии с рекомендациями [6], реализует такие функции:

Анализ входящего трафика и защита СДО от внешних (блок кибербезопасности – БКБ);

Анализ ИП (блок анализа информационных потоков – БАИП). Данный блок предназначен для:

а) мониторинга ИП – отслеживания циркулирующих в СДО ИП, а также их учет и накопление статистики;

б) анализа ИП от функциональных подразделений университета;

в) кодирования-декодирования ИП, и формирования специализированных ИП, которые предназначены исключительно для учащихся;

г) маршрутизации ИП;

д) защиты от внутренних угроз.

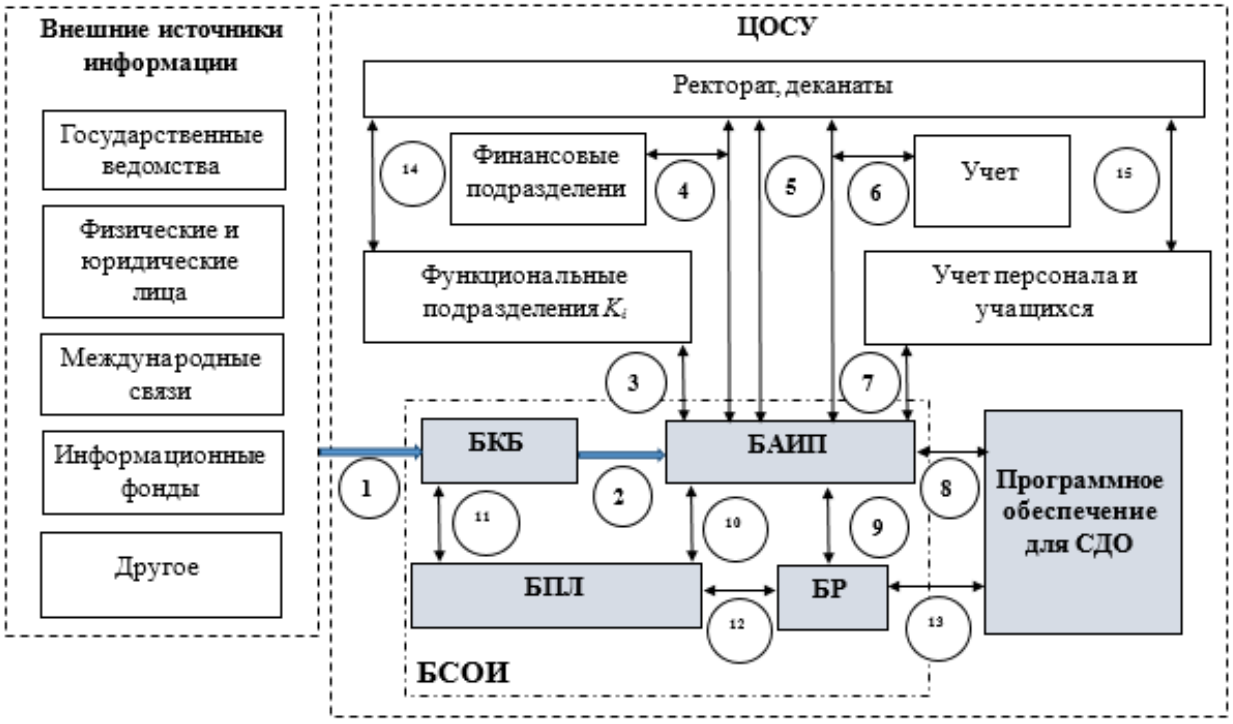


Рис.1. Схема информационных потоков СДО с учетом необходимости обеспечения их кибербезопасности

Планирование (Блок планирования – БПЛ). Данный блок предназначен для сбора, хранения и резервного дублирования информации, которая циркулирует в СДО);

Реализация (Блок реализации (БР). Данный блок предназначен для последующей имплементации наработанных в БП планов и данных.

Каждая из приведенных функций может быть реализована на основе работы собственных алгоритмов для решения поставленных задач. Скоординированная работа всех блоков способна отсеивать «потенциально опасные» или «вредоносные потоки» (вирусы, спам и другое), что позволит предотвратить реализацию многих внешних и внутренних киберугроз для СДО.

При успешной проверке в БКБ, информационный поток ИП-1 передаётся в блок анализа, т.е. в БА. Блок-схема функционирования БАИП показана на рис. 2. Как было указано выше, БАИП выполняет работу по оценке и обработке всех циркулирующих в ЦОСУ и СДО информационных потоков, а главное регистрирует и выполняет анализ статуса «закодированный ИП». Если текущий ИП, находящийся в БАИП не проходит проверку на данный статус, по отношению к нему выполняется процедура кодировки. Под кодировкой мы понимаем реализацию процедуры, когда на основании множеств целей и смысловых элементов, будет сформирован новый ИП с формализованной структурой, которая соответствует выражению: $M_{C\,INFL} = [M_{ind}, M_{sem}, M_{con}]$, где $M_{C\,INFL}$ – структура закодированного ИП; M_{ind} – множество индексов, которые определяют принадлежность ИП; M_{sem} – множество смыслового контента ИП; M_{con} – множество изначального контента, соответствующего ИП.

Таким образом, на участке ИП «1–2» можно реализовать защиту от базовых внутренних угроз. Разумеется, для этого необходимо исходя из архитектуры конкретной СДО подобрать адекватные средства и методы защиты ее защиты.

Для того, чтобы целенаправленный или случайный вредоносный ИП был обработан в СДО, он должен первоначально быть приведен к формату ИП, принятого в системе. В

противном случае данный поток будет проигнорирован. При этом, после кодировки начальный ИП потеряет свою первоначальную активность, а, следовательно, уже не будет нести непосредственной угрозы для СДО.

Если ИП будет отвечать всем предъявляемым требованиям, в первую очередь по ИБ и КБ, то на основании множества M_{ind}, данный ИП будет переадресован своим адресатам, исходя из алгоритма и задач маршрутизации. Эти ИП на рис. 1 обозначены позициями 3–10. При полагаем что СДО работает в связке с системой электронного документооборота (СЭДО), которые сегодня масштабно внедряются в цифровую среду университетов во всем мире [12-13]. Подобная организация циркулирования ИП в ЦОСУ и СДО позволит повысить эффективность всех структурных подразделений университетов, которые отвечают за организацию дистанционного образования, прежде всего за счет актуализации конкретного ИП в рамках лишь собственных функциональных задач.

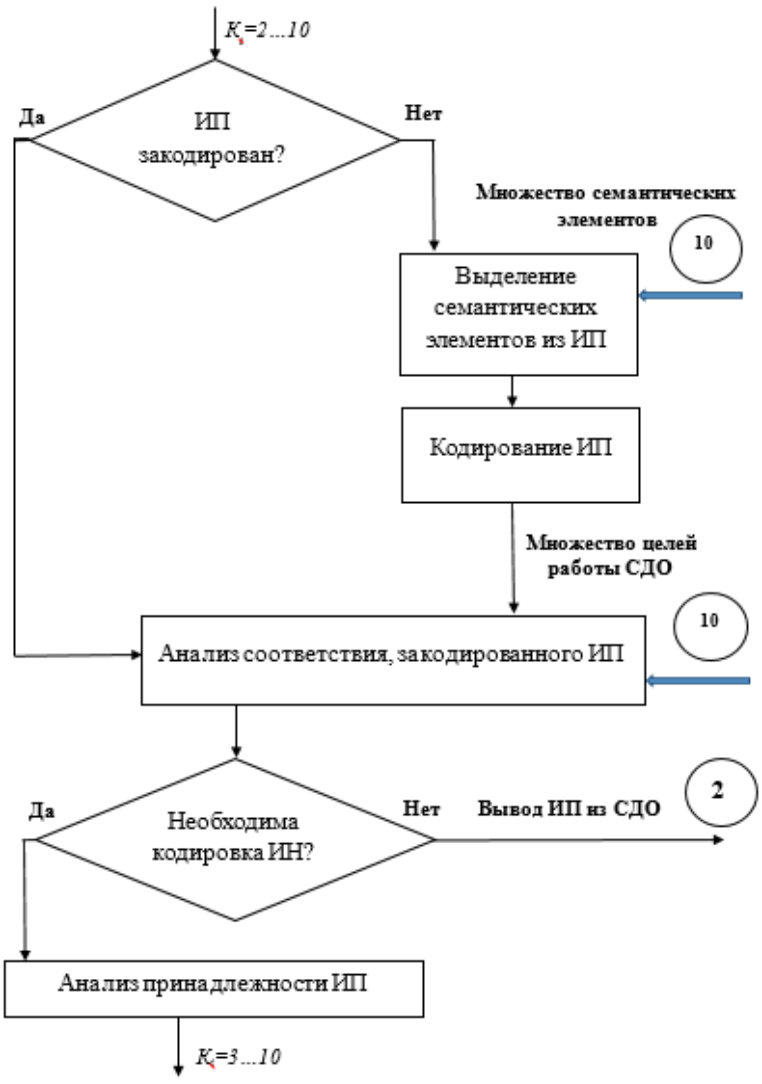


Рис.2. Блок схема обработки информационных потоков в блоке анализа

Для поддержания актуальность информационных массивов (ИМ), содержащихся в СДО и их резервных копий, используется БПЛ. Это способствует решению задачи по восстановлению ИМ и контролю за их целостностью в случаях случайного сбоя или целенаправленных деструктивных воздействий на СДО со стороны компьютерных злоумышленников.

В ситуации, когда анализируемый ИП содержит запросы на предоставление определенного курса или другого учебного контента, в БАИП должны автоматически формироваться управляющие воздействия (УВ), которые далее поступают в БР. Результатом выполнения УВ будет формирование виртуальной среды, которая содержитэлементы способствующие реализации запроса.

Выводы. Предлагаемая структура организации информационных потоков в СДО университетов, на наш взгляд, способна эффективно реализовать комплексное взаимодействие как существующих, так и новых перспективных механизмов контроля и обработки ИП, которые циркулируют в ЦОСУ и СДО. При этом в совокупности с рациональной стратегией инвестирования в КБ СДО, а также учитывая решаемые далее в проведенных исследований по разработке моделей, методов и информационных технологий построения функционально устойчивой и защищённой СДО на базе имеющихся и перспективных информационных сетей, представляется необходимым в следующем разделе работы затронуть теоретические аспекты дополнения и развития методов и моделей выявления и предотвращения киберугроз для СДО.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Вергазов Р.И. Система автоматизированного дистанционного тестирования // Новые информационные технологии: Тез. докл. Восьмая международная студенческая школа семинар. – Крым: Пензенский государственный университет, 2000.

[2] Ложников П.С. Распознавание пользователей в системах дистанционного образования // Educational Technology & Society. – 2001. – № 4. С.211-216.

[3] Махутов Б.Н. Защита электронных учебников в дистанционном обучении // Образование XXI века: инновационные технологии, диагностика и управление в условиях информатизации и гуманизации: Материалы III Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. – Красноярск: КГПУ. –2001. – С. 106 – 108.

[4] Мочалов А.А., Степанов П.А. Эффективный менеджмент системы дистанционного образования // Сб. науч. работ. – Николаев: НУК. – 2010. – №5 (434). С. 130 – 133.

[5] Фурин В.В. Направления в развитии правового обеспечения информационной безопасности в дистанционном образовании// Информационные технологии в образовании: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. – М.:МГУ, 2005. – С.83.

[6] Ахметов Б.С., Лахно В.А., Тимошенка О.И., Кыдыралина Л.М. Состояние, перспективы и основные направления развития кибербезопасности информационной образовательной среды университетов // Тези доповідей участників IV міждародної науково-практичної конференції «Актуальні питання забезпечення кібербезпеки та захисту інформації», Киев, 21-24 февраля 2018 г. – С.14-15.

[7] Ахметов Б.С., Бидайбеков Е.Ы. Информационная образовательная среда вуза: разработка, внедрение, перспективы. Материалы III Всероссийской конференции-выставки «Единая информационная образовательная среда: проблемы и пути развития». / Омск: Изд-во ОмГУ. – 2004. С.292.

[8] Нургалиева К.К., Сулеев Д.К., Тусубаева Ж.М. Технология организации дистанционной формы обучения. Монография. - Алматы: Республиканский Центр информатизации образования, 2002. - 50с.

[9] Абдиев К.С. Статистические базы данных для информационных систем управления образованием // Вестник АГУ им. Абая. Физико-математическая серия. – 2002. - № 1(5). - С. 7-10.

[10] Ахметов Б.С. Технологии проектирования информационных ресурсов учебного назначения в информационной образовательной среде. Вестник КазНПУ имени Абая. Серия физико-математическая, 2004, №1 (9), С.19-22

[11] Ахметов Б.С., Яворский В.В. Реализация процедур анализа деятельности в рамках автоматизированной информационной системы. Вестник Павлодарского государственного университета им. С.Торайгырова, 2005, N 4, С.50-56

[12] Ахметов Б.С., Цхай К.В. Информационная образовательная среда вуза как основа системы дистанционного обучения //Состояние и стратегия развития дистанционного образования в условиях глобализации: сб. материалов Международной конференции. - Караганда, 2003. - С.195-197.

[13] Rezgui, Y., Adam, M.: Information security awareness in higher education: an exploratory study. Comput. Secur. – 2010, 27(7). P.241–253.

Адранова А.Б.

Қашықтықтан білім беру жүйесінің ақпараттық ағындарының киберқауіпсіздігін қамтамасыз ету қажеттілігін ескере отырып ұйымдастыру тұжырымдамасы

Түйіндеме.. Мақалада қашықтықтан білім беру жүйесінің (ҚББ) ақпараттық ағындарының киберқауіпсіздігін (КҚ) қамтамасыз ету қажеттілігін ескере отырып ұйымдастыру тұжырымдамасы қарастырылады. Жоғары оқу орындарының қашықтықтан білім беру жүйесіндегі ақпараттық ағындарды

ұйымдастырудың ұсынылатын құрылымы, біздің ойымызша, қазіргі жоғары оқу орындарының цифрлық білім беру ортасында және қашықтықтан білім беру жүйелерінде айналып өтетін қазіргі және жаңа перспективалық басқару тетіктері мен ақпараттық ағындардың кешенді өзара іс-қимылын тиімді жүзеге асыруға қабілетті екендігі көрсетілген. Басқару әсерлерін орындау нәтижесі сұранысты іске асыруға ықпал ететін элементтерден тұратын виртуалды ортаны қалыптастыру болады.

Кілттік сөздер: киберқауіпсіздік, цифрлық білім беру ортасы, қашықтықтан білім беру жүйесі, ақпараттық қауіпсіздік, киберқауіптер.

Z. Mamatnabiyev, Y. Amirgaliyev, R. Jantayev
(Suleyman Demirel University, Kaskelen, Almaty, Kazakhstan
email: zhumaniyaz.mamatnabiyev@sdu.edu.kz)

SURVEY OF IOT PLATFORMS USED IN MONITORING SYSTEMS

Abstract - Recently, IoT technologies have been operated in many monitoring systems. The Internet of Things (IoT) hardware platforms have the main role in this field, and they act in the center of the systems. IoT technologies offer various kinds of hardware platforms that have their benefits and drawbacks when implementing them in DIY ("Do It Yourself") projects and systems. This paper presents two the most popular hardware platforms: Raspberry Pi and Arduino. These hardware platforms are discussed, compared, and reviewed from previous works. Based on results, they have pros and cons in many circumstances.

Keywords: IoT, monitoring system, hardware platforms, raspberry pi, Arduino, node MCU.

INTRODUCTION

Applications of the Internet of Things (IoT) has a huge role in the foundation stones of Industry 4.0. Embedded sensors and actuators gather big amount of data, which make the main component of internet connected devices. Implementation of IoT in the organizations makes them more secure, automated and controlled remotely. Although it changes number of employees to the new technologies that cost lower than human power. According to Maciej Kranz, in the next few years managers of the big organizations, including business and transport, will think about implementing IoT projects for increasing productivity of their products. It lets them save money and effectiveness of the resources [1]. Monitoring systems use installed sensors and actuators that communicate with computers to notify about the state of the equipment, technologies and robots. When prototyping these kinds of IoT projects in business model IoT platform are used. Hobbyists and students try to make their own "do it yourself" (DIY) projects using microcontrollers, microprocessors, embedded sensors, actuators, etc. In such projects, it is very important to choose proper IoT platforms checking for its cost, power, memory, input/output pins, and connection types for purpose of use.

This paper surveys and compares two the most popular IoT platforms and their versions: Raspberry Pi and Arduino. We will answer the question: which one is the most proper one when implementing monitoring systems for different kinds of projects with various purposes.

IoT HARDWARE PLATFORMS

The Internet of Things platforms have a main role while creating the scenario of IoT based systems. Every single electronic device consists controller for making decisions, computing, and doing some actions. When it comes to drawing systems microcontrollers and microprocessors do some specific jobs, and associate with other devices. Embedded sensors and actuators are connected to the IoT platforms, and act by instructions. In the survey of IoT platforms done by Kiran and Divneet, different kinds of hardware and software platforms were compared and discussed for many features in terms of computing, connectivity, development environments and communications standards [2]. During development of the device, one of the main characteristic of the IoT platform is its price. Not every proposed system can be funded. That is why we choose two well-known and low-costed micros: Arduino and Raspberry Pi. Arduino is a cheap microcontroller and several kinds of modules can be added to make it more powerful, whereas Raspberry Pi is Linux based microcomputer, which has different versions to do certain tasks. We compare these two IoT platforms for definite features used in our system later.

A. Arduino

Arduino offers many kinds of easy-to-use boards that used for different purposes. The benefit of using Arduino is it has own boards and open-source software for programming the controller. Arduino board types

are composed of wide range of official products in different categories such as entry level, enhanced features, Internet of Things, education, and wearable. Many kinds of modules, shields, proto shields are also included in the products list: Wi-Fi shield, Ethernet shield, etc. [3].

Arduino Uno board is the most used product in both Education and simple DIY projects. The board is based on the ATmega328P that has 32 KB flash memory, 2 KB RAM with 16 MHz clock memory. It has 6 analog pins for receiving inputs from many sensors, and 14 digital pins for controlling lights, motors, and other actuators as shown in the Figure 1 [9]. The size of the board is 68.6 mm to 53.4 mm, and weighs 25 grams, which is very comfortable to carry. The operating voltage is 5V. The advantages of Arduino Uno is it is low-costed (official US $22) and low-powered. However, it has no network connection. In order to use network, additional shields and modules are needed, which costs more expensive than board itself [3].

Arduino Mega is more complex than Arduino Uno board, and designed for big projects. It has 54 digital I/O pins, and 16 analog inputs. The controller is based on the ATmega2550 with 256 KB flash memory, and 8 KB RAM. The clock speed is as same as Arduino Uno is. The size is twice bigger, and weighs 37 grams. The board is recommended for 3D printers and robotics projects. Like Arduino Uno board, no network connection types are included [3].

Arduino IDE is a software platform that allows working with Arduino boards and writing program to them [5]. One benefit of using Arduino is that it has its own C like Arduino Programming Language, which is easy-to-code. The board can connect to the IDE serially, and data gathered by sensors can be viewed in serial monitor. The IDE supports connection and uploading programming code to the board.

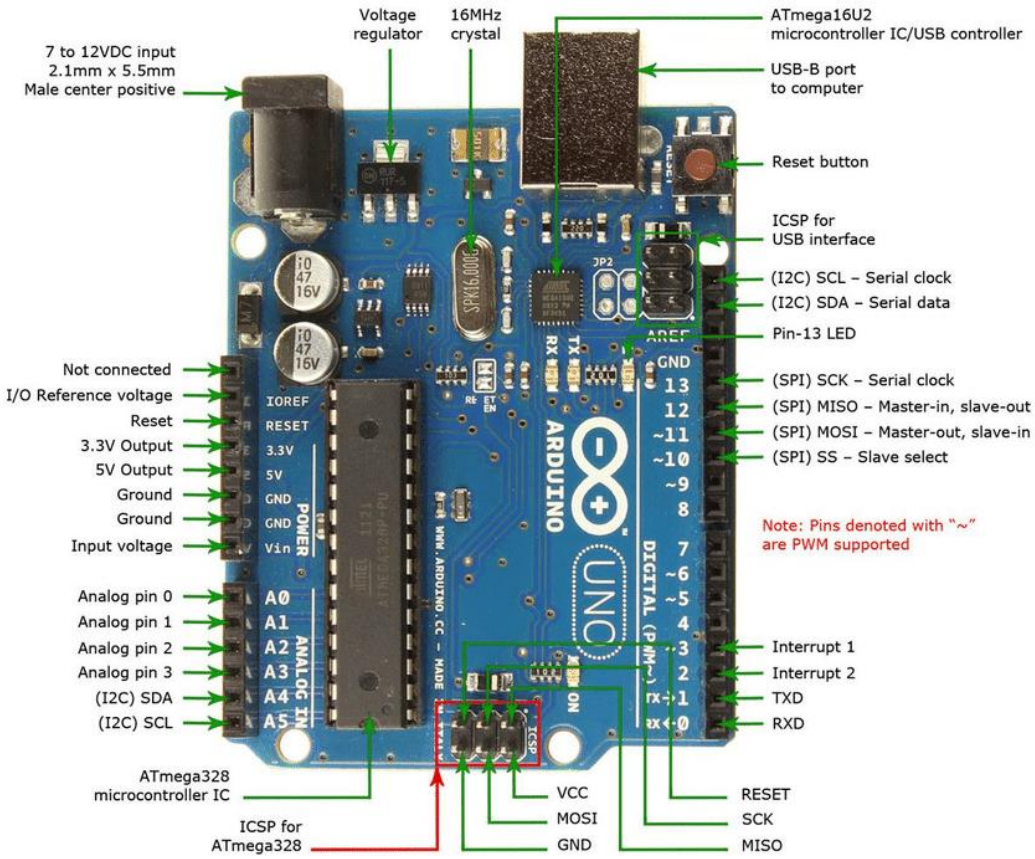


Fig. 1. Main components of Arduino Uno Board

Arduino Yun is retired version, but still available in internet markets. It is perfect board for network connection, and designing Internet of Things projects. Arduino Yun is combine of microcontroller and microprocessor [4]. The board supports a Linux distribution based on OpenWrt named Linino OS. Controller is based on the ATmega32u4 and Atheros AR9331. Unlike previous boards, it works with network, and has built-in Wi-Fi and Ethernet support, a USB-A port, and micro-SD card slot. Arduino Yun has also user interface application that lets its users to work with the board easily. Despite many benefits of use, the board costs expensive (about US $58), which is not available for everyone, and projects may not cost as a board's price [2].

B. Raspberry Pi

Raspberry Pi is a small computer that allows learning programming and working with embedded sensors and actuators using GPIO pins. It operates like standard PC with operating system requiring keyboard and mouse. It interfaces with many devices and affordable for US $5-35 [10]. The latest version of Raspberry Pi supports Bluetooth, wireless connection, and Ethernet, and operating systems like Linux, Raspbian, Windows 10 IoT Core, etc. The operating system is installed in micro-SD card. The size of Raspberry Pi board is different according to its versions. The biggest one is credit card sized. The Raspberry Pi works with four distinct power modes that allows use in different projects saving power: run mode, standby mode, shutdown mode, and dormant mode. Raspberry Pi uses ARM BCM2835 processor, and RAM is 256-1024 MB. It powers from 5V by micro-USB [5]. It has 26 GPIO pins that allows communication with other computing devices using different protocols including SPI (Serial Peripheral Interface) and I^2C (Inter-Integrated Circuit) [6]. C, C++, Java, and Python are can be used to program sensors and actuator connected to the board [5]. Raspberry Pi 3 model B+ takes power over Ethernet (PoE). The main components of Raspberry Pi 3 model B is shown in the Figure 2 [8].

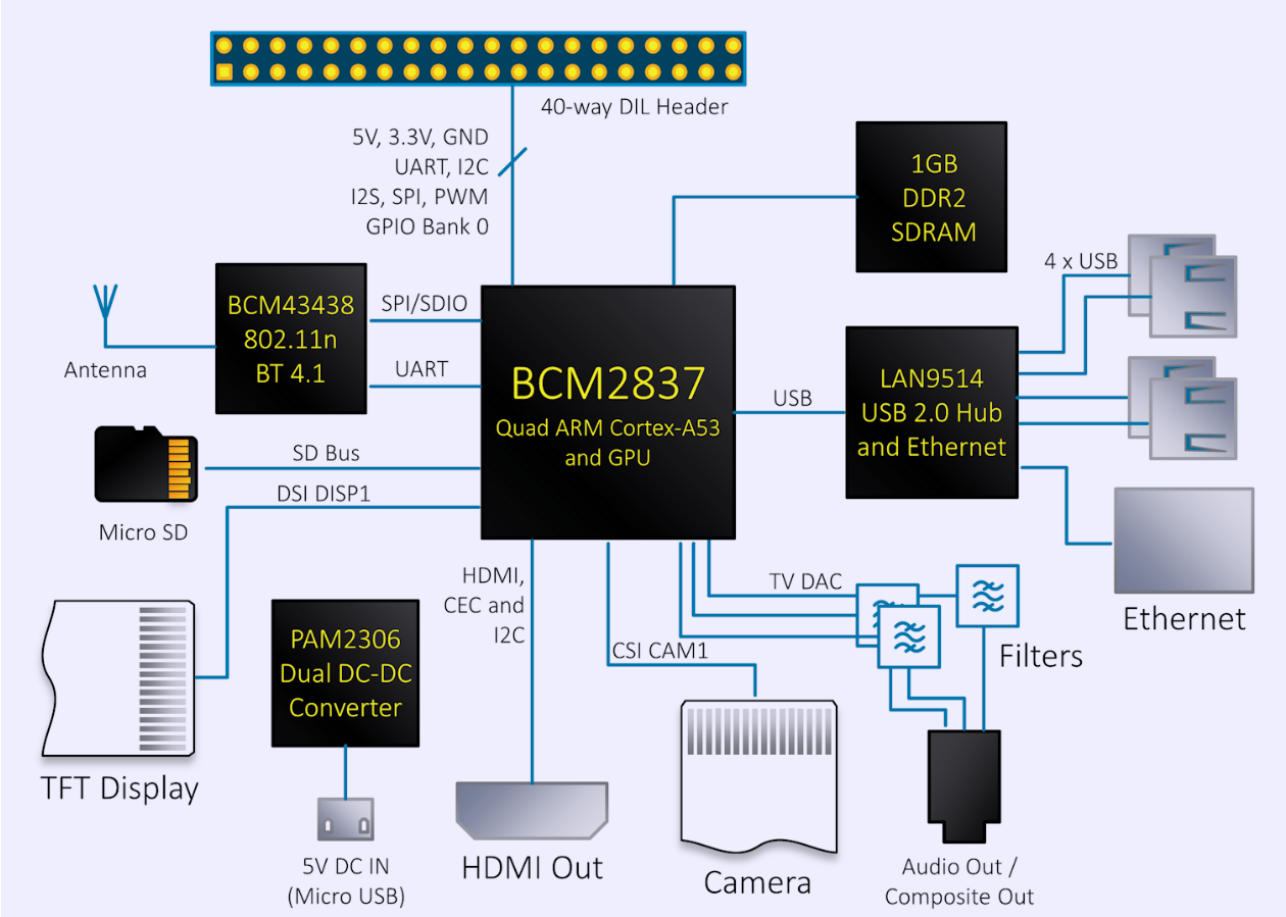


Fig. 2. Main components of Raspberry Pi 3 model B

IoT devices must be low-powered, small-sized, low-costed, and fast communicated. Implementation of this kind of the IoT project makes huge change in the environment. In the table 1, we compared most often-used five IoT hardware platforms in terms of connectivity and computing. Every electronic device must be available for everybody in terms of business. For this reason, engineers must mention it while creating new device. Raspberry Pi zero w is the lowest costed one. Nevertheless, it does not support Ethernet or Bluetooth connection. Arduino Yun is good in terms of connectivity. However, its price the highest in the list of boards. Raspberry Pi 3 model B+ has the same features, and its price is not as high as Arduino Mega and Yun. The difference between Arduino and Raspberry Pi is on their types. The first one is microcontroller whereas the next one is microprocessor. In some projects, using microcontroller is better than using microcomputer. Sometimes microprocessors are used as an internal server which is cheap and does not need internet connection [7].This is the main features everyone must mention while prototyping IoT systems and creating DIY projects.

Table 1. **A comparison of Arduino and Raspberry Pi boards in terms of connectivity and computing**

Name	Memory	RAM	Clock Speed	Digital/Analog I/O pins	Network connection	Size	Power	Price (USD)
Arduino Uno [Fig. 3(a)]	32 KB	2 KB	16 MHz	14/6	No	68 x 53 mm	USB cable, AC-to-DC adapter, batter, AREF	$22
Arduino Mega	256 KB	8 KB	16 MHz	54/16	No	101 x 53 mm		$38
Arduino Yun [Fig. 3(b)]	32 KB and 16 MB + Micro-SD	64 MB DDR2	16 MHz and 400 MHz	20/12	Ethernet, Wi-Fi	73 x 53 mm		$58
Raspberry Pi zero w [Fig. 3(c)]	Micro-SD	512 MB	1 GHz	26 GPIO	Wi-Fi	65 x 30 mm	Micro-USB cable	$10
Raspberry Pi 3 Model B+ [Fig. 3(d)]	Micro-SD	1 GB	1.4 GHz	26 GPIO	Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth	85 x 56 mm	Micro-USB cable, PoE	$35

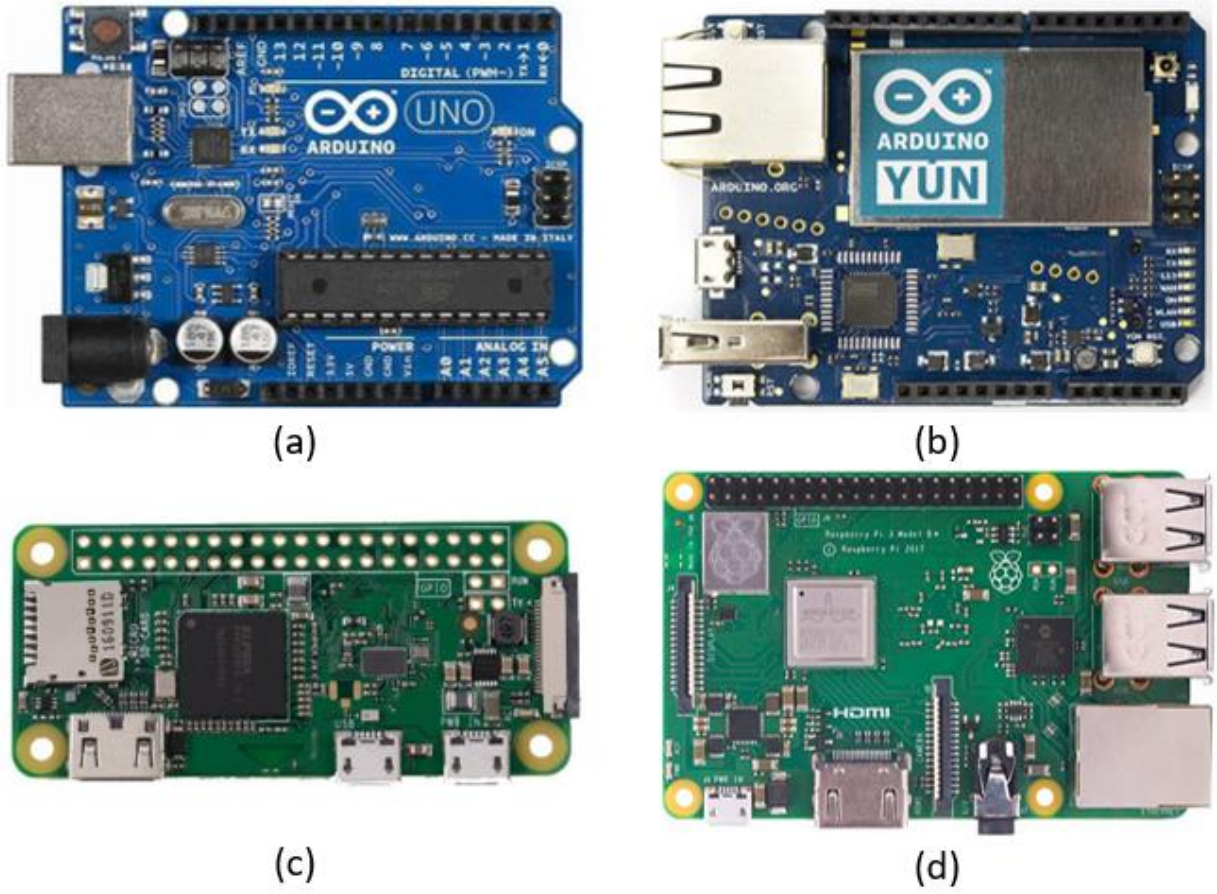


Fig. 3. (a) Arduino Uno, (b) Arduino Yun, (c) Raspberry Pi zero w, (d) Raspberry Pi 3 model B+

COMPARISON OF THE PREVIOUS MONITORING SYSTEMS BASED ON IoT HARDWARE PLATFORMS

This section presents review for DIY projects of monitoring systems used Raspberry Pi, Arduino, and Arduino-based hardware platforms by previous authors. Table 1 summarizes functionality of the works by comparing used IoT hardware platforms, connected sensors and actuators, and main findings of the authors. The IoT hardware platform takes the main role in the system, and makes connection between sensors, actuators, modules, and server.

Table 1. **Comparison of the Previous Monitoring Systems**

N	Authors	IoT platforms	Connected Sensors and Actuators	Main findings
1	Juraj et al. [11]	Raspberry Pi 3	PN532 NFC reader	Raspbian OS allows working with PubNub service that is used for sending gathered data to the server for real-time display.
2	Sowmiya et al. [12]	Raspberry Pi	RFID reader, Gas sensor, Weight sensor, GSM module	Database is located in Raspbian OS, computing is done in the OS. GSM module is used for sending SMS to student when it is required.
3	Astriany et al. [13]	Raspberry Pi 3B	RC522 RFID reader, LCD Waveshare 3.5	XAMPP is installed in Raspbian OS, and operates as an offline server.
4	Kossonon et al. [14]	Raspberry Pi 3B	RFID reader	Raspberry Pi sends data from RFID reader to the middleware server through Wi-Fi. Application runs in Raspbian OS.
5	Ali et al. [15]	Raspberry Pi, Arduino Uno	Ethernet Shield, RFID reader, Robotic Arm	Ethernet shied is attached to Arduino Uno and connected between Robotic arm and embedded computer. Arduino Uno is used as a controller of Robotic arm. Raspberry Pi manages as a system computer for communication between web app and robot controller.
6	Vladimir et al. [6]	Raspberry Pi	Smart Home devices	Raspberry Pi operates as a RESTful service, central server.
7	Saimounika et al. [16]	Raspberry Pi 3B	RFID reader, biometrics	RFID reader and biometrics are connected to Raspberry Pi, from where the data is sent to server.
8	Ali et al. [7]	Raspberry Pi, ESP8266, Arduino	RFID reader	ESP8266 microcontroller with a Wi-Fi chip that establishes connection with Raspberry Pi. RFID reader is connected to Arduino for reading card ID. Raspberry Pi operates as a middleware server.
9	Norsaidah et al. [17]	Raspberry Pi 3	RFID reader	Raspberry Pi reads data by RFID reader, and sends it to server.
10	Sheikh et al. [18]	Raspberry Pi B, Arduino Uno, XBee Pro S2B	RHT03 Temperature and Humidity sensor	Design of base station is located in Raspbian OS: gateway app, database server, PHP web app, web server, and HTML web interface. Sensor node is designed in Arduino Uno. XBee Pro S2B communicates with Arduino and Raspberry Pi to server.
11	Joseph et al. [19]	Microcontroller	Wi-Fi module, LCD, RFID reader	RFID reader and LCD are connected to microcontroller that sends data using Wi-Fi module to Cloud database. The microcontroller has external memory where data is stored for comparing with data from tag.
12	Ping et al. [20]	Node MCU	RFID reader	Data read from RFID reader is sent to the Cloud by Node MCU that has a Wi-Fi chip.
13	Hasanein et al. [21]	Arduino Uno	Ethernet Shield, RC522 RFID reader	RC522 and Arduino manage data capturing that is transferred by Ethernet shield to server.

Raspberry Pi can operate both full computer and embedded computer, which makes it more functional. In [12], [12], [6], [7], and [18] it stores data as a middleware server, and in [11], [12], [13], [14], [6], [16], and [17] it acts as an embedded computer for making decision, and computing the gathered data by sensors connected to it. Arduino is always used as a microcontroller. It sends data to server, and decides acts of actuators and sensors [15, 7, 18, 19, and 21]. In [19] any microcontroller can be used for receiving and sending data to the cloud. Arduino and Node MCU are can be an example of this system [19]. Node MCU is an Arduino-based IoT platform that has Wi-Fi chip attached to it. Sensors and actuators are connected to it, and data is transported wirelessly. Advantage of using Raspberry Pi is it used as a server and embedded microprocessor. Benefit of Arduino is it operates as an embedded microcontroller and uses low power. However, it has limited memory, which cannot store big amount of data.

CONCLUSION

Advantages and disadvantages of IoT hardware platforms were reviewed. Raspberry Pi is good as an embedded computer, and has a big memory for storing data. It can serve as an internal server. In addition, it is cheaper with many functionalities such as PoE, and built-in Bluetooth, Wi-Fi, and Ethernet. Drawback of using Arduino is it needs additional shield or module during connection to the network, and this make it more expensive than Raspberry Pi. However, Arduino is good as a microcontroller when prototyping projects and systems.

REFERENCES

[1] Maciej Kranz, Building the Internet of Things, Wiley, 2016

[2] K.J.Singh & D.S.Kapoor, Create your own internet of things, IEEE Consumer Electronics Magazine, pp. 57-68, April 2017

[3] Arduino. [Online] Available: https://arduino.cc/

[4] Arduino Yun. [Online] Available: https://store.arduino.cc/usa/arduino-yun/

[5] M.Maksimovic, V.Vujovic, N.Davidovic, V.Milosevic & B.Perisic, Raspberry Pi as internet of things hardware: performances and constrains, Proceedings of 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2014, Vrnjacka Banja, Serbia, June 2-5, 2014

[6] V.Vujovic & M.Maksimovic, Raspberry Pi as a sensor web node for home automation, Computers and Electrical Engineering (2015), http://dx.doi.org/10/1016/j.compeleceng.2015.01.019

[7] A.Bazzi, H.Ghandour, A.Chebbani, M.Ghareeb & S.Abdul-Nabi, RFID based paid parking system, International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (ICCTCEEC-2017), pp.1238-1241, 2017

[8] Overlooking for Raspberry Pi 3 model B. [Online] Available: https://xdevs.com/article/rpi3_oc/

[9] K.Kamel, Design and implementation of microcontroller based controller for direction and speed of a robot using arduino, 10.13140/RG.2.2.22462.69447

[10] Raspberry Pi. [Online] Available: https://raspberrypi.org/

[11] J.Mihalov & M.Hulic, NFC/RFID technology using Raspberry Pi as platform used in smart home project, IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics, pp. 259-264, 2017

[12] M.Sowmiya & R.S.Sabeenian, Security and monitoring system by using RFID tags and multiple sensors, International Conference on Electrical, Instrumental and Communication Engineering (ICEICE2017), 2017

[13] A.Noer, Z.B.Hasanuddin & D.Djamaluddin, Implementation of RFID based raspberry pi for user authentication and offline intelligent payment system, 15th International Conference on Quality in Research (QiR) ; International Symposium on Electrical and Computer Engineering, pp. 251-255, 2017

[14] K. B. Eric and W. H. Ya, "IOT based smart restaurant system using RFID," *4th International Conference on Smart and Sustainable City (ICSSC 2017)*, Shanghai, 2017, pp. 1-6. doi: 10.1049/cp.2017.0123

[15] A. V. Barenji & C. Degirmenci, "Robot control system based on web application and RFID technology," MATEC Web of Conference 28, 2015, doi:10.1051/matecconf/20152804001

[16] T. Saimounika & K.Kishore, "Real time locating system using RFID for Internet of things," International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS-2017), pp. 3507-3508, 2017

[17] N. M. Nadzir, M. K. A. Rahim & F. Zubir, "Wireless sensor node with UHF RFID for monitoring system," *2017 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)*, Phuket, 2017, pp. 1-2.

[18] S. Ferdoush & X. Li, "Wireless sensor network system design using raspberry pi and Arduino for environmental monitoring applications," The 9th International Conference on Future Networks and Communications (FNC-2014), pp. 103-110, 2014

[19] J. D. Irawan, E. Adriantantri & A. Farid, "RFID and IoT for attendance monitoring system," MATEC Web of Conferences 164, pp. 1-8, 2018

[20] P. Tan, H. Wu, P. Li & H. Xu, “Teaching management system with applications of RFID and IoT technology,” Education Sciences, August 26, 2018, doi:10.3390/educsci8010026

[21] H. D. Rjeib, N. S. Ali, A. Al-Farawn & B. Al-Sadawi, “Attendance and information system using RFID and web-based application for academic sector”, International Journal of Advanced Science and Applications, pp. 266-273, vol. 9, no. 1, 2018

Маматнабиев Ж., Сулиев Р., Джантаев Р.

Мониторинг жүйелеріне қолданылатын iot платформаларын анықтау

Түйіндеме . Жақында IoT технологиясы көптеген мониторинг жүйелерінде жұмыс істеді. Интернеттегі нәрселер (IoT) аппараттық платформалары осы салада басты рөлге ие және олар жүйелердің ортасында әрекет етеді. IoT технологиялары DIY («Do It Yourself») жобалары мен жүйелерінде оларды іске асыру кезінде олардың пайдасы мен кемшіліктері бар әртүрлі аппараттық платформаларды ұсынады. Бұл мақалада ең танымал екі аппараттық платформасы бар: Raspberry Pi және Arduino. Бұл аппараттық платформалар талқыланады, салыстырылады және алдыңғы жұмыстардан қаралды. Нәтижелерге негізделе отырып, олар көптеген жағдайларды қолдана алады.

Түйінді сөздер: IoT, мониторинг жүйесі, аппараттық платформалар, таңқурай пи, Arduino, MCU.

Маматнабиев Ж., Сулиев Р., Джантаев Р.

Обзор iot платформ, используемых в системах мониторинга

Резюме. В последнее время технологии IoT используются во многих системах мониторинга. Аппаратные платформы Интернета вещей (IoT) играют основную роль в этой области и действуют в центре систем. Технологии IoT предлагают различные виды аппаратных платформ, которые имеют свои преимущества и недостатки при реализации их в проектах и системах DIY («Сделай сам»). В этом документе представлены две самые популярные аппаратные платформы: Raspberry Pi и Arduino. Эти аппаратные платформы обсуждаются, сравниваются и рассматриваются из предыдущих работ. Основываясь на результатах, у них есть плюсы и минусы во многих обстоятельствах.

Ключевые слова: IoT, система мониторинга, аппаратные платформы, Raspberry Pi, Arduino, узел MCU.

УДК: 378.018 (574)

A. Baikonys
(Kazakh Humanitarian-Law Innovation University, Semey, Kazakhstan)

THE ORGANIZATION OF DISTANCE LEARNING: TYPES AND COMPONENTS OF DISTANCE LEARNING

Annotation. The article deals with the actual problems of modern education distance learning. The main task of the article is to justify and argue distance learning as a new form of education. The article analyzes the forms of learning, shows and shows the main directions of development of distance learning, the differences between distance learning and traditional. Special attention is paid to the problem solved by students and teachers in distance learning. It is also shown that the effectiveness of distance learning is determined by the use of pedagogical technologies that underlie the design and implementation of distance learning courses. Thus, distance learning can be considered as an independent form of learning.

Keywords: distance learning, verification, distance learning technologies, synchronous learning, tutor, system competence.

А. Байқоныс
(Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университетінің, Семей қ., Қазақстан Республикасы)

ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ: ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫҢ ТҮРЛЕРІ МЕН ҚҰРАМДАСТАРЫ

Резюме. Мақалада қашықтан оқудың заманауи білім берудегі өзекті мәселелері қарастырылады. Мақаланың негізгі міндеті қашықтан оқытуды жүзеге асырудың жаңа түрі ретінде негіздеу және дәлелдеу болып табылады. Сонымен бірге оқыту формаларына талдау жасалып, қашықтан оқуды дамытудың негізгі бағыттары, қашықтан оқудың дәстүрлі түрлерінен айырмашылықтары келтіріліп көрсетілген. Қашықтан оқыту білім алушылар мен оқытушылардың шешетін проблемаларына ерекше көңіл бөлінген. Сонымен қатар, қашықтан оқудың тиімділігі қашықтан оқу курстарын жобалау және жүзеге асыру негізіндегі педагогикалық технологияларды пайдаланумен анықталады. Осылайша, қашықтан оқу өзіндік оқып үйрену түрінде қолданылады.

Кілтсөздер: қашықтан оқу формалары, верификация, қашықтан оқу технологиялары, синхронды оқыту, тьютор, жүйелік құзыреттіліктер.

Жаппай ашық онлайн-курстар (МООК) (Massive Open Online Courses, ҚОҚМ) қашықтан оқу түрі ретінде - бұл заманауи электронды оқыту құралдарын пайдаланатын және интернетті жаппай пайдаланушы үшін ашық оқыту онлайн курстары. МООК видеолекцияларды, оқу мен оқуға арналған мақалалар мен материалдарды, өзін-өзі тексеруге арналған тесттерді, курстардың нұсқаушыларымен немесе оқушылармен орындалатын және тексеруге арналған үй тапсырмаларын, курс қатысушыларының оқытушылармен және бір-бірімен интерактивті қарым-қатынасын қамтиды.

Кім және қалай оқиды

Платформалық Мооктардың революциялық идеясы сапалы жоғары білім тегін және жалпыға қолжетімді болып табылады. Тегінде, жалпыға бірдей қолжетімділігін ақысыз жүзеге асырылады деуге болады. Алайда, курстарға кім жазылатыны туралы деректер бәрі оңай емес екенін куәландырады. Тағы да, курсанттардың үлгісін көшбасшы платформа ретінде қарастырайық. Жазылған студенттер туралы деректер әдетте курс басында арнайы сауалнама арқылы жиналады. 2013 жылдың наурыз айындағы мәліметтер бойынша, курсерлік студенттердің көпшілігі АҚШ-тан (27,7%) болды. Одан әрі Үндістан (8,8%), Бразилия (5,1%), Ұлыбритания (4,4%), Испания (4%), Канада (3,6%), Австралия (2,3%) және Ресей (2,2%).

Мооктардың көпшілігі ағылшын тілінде (екінші орында испан тілінде), кедергілердің бірі – тілдік кедергі екені түсінікті. Сонымен қатар, мұндай курстарға қатысу компьютердің болуын, Интернетке қолжетімділікті және осы курстарды кем дегенде табу үшін жеткілікті интернет-сауаттылықты болжайды.

Өзекті мәселелердің тағы бір көрсеткіші – бұл курсты толығымен өтетін студенттер саны. Орта есеппен МООККА шамамен 50 000 адам жазылады (100 000 астам қатысушы терілетін курстар болады). Олардың ішінде ең жақсы жағдайда 20% - ға жуық, бірақ олардың саны 10% - дан аспайды. Финалистер саны курс қалай ұйымдастырылуымен байланысты болуы мүмкін. Мысалы, егер курс жұмыстарды автоматты түрде бағалауға үміт артса, онда баға пирингтік қағидат бойынша шығарылғаннан кейін студенттер көбірек келеді (пайдаланушылар бір-бірі өздері бағалайды). Курсты соңына дейін өту үшін қосымша мотивация бітіргені туралы қандай да бір куәлік алу перспективасы болып табылады.

Дегенмен, курсты соңына дейін өткендердің саны әрдайым курс сапасының немесе оның қажеттілігінің көрсеткіші бола алмайды. Курстарға жазылған, бірақ оларды аяқтамаған студенттер арасында жүргізілген сауалнамалар, олардың көбісі алуға үлгерген ақпараттың көлеміне толық қанағаттанғанын және оларға қажетті салаларда өз дағдыларын қолдану үшін жеткілікті екенін айтады. Сонымен қатар, көптеген студенттер ақпарат көздерін біріктіруге бейім, егер оларда қандай да бір нақты курсты аяқтаудың ресми уәждемесі болмаса (әдетте, сертификаттың нақты болуы), онда олар МООК-дан неғұрлым статикалық ресурстарға, содан кейін тағы да бір Моокқа ауыса отырып, өзінің жеке білім беру бағдарламасын құрастыра алады.

Екінші жағынан, МООК ұйымдастырушылары әр түрлі дәрежеде студенттерді өз курстарында соңына дейін ұстап тұруға мүдделі. Қатаң қайырымдылық тәртіпте және демеушілік қаражатта бар жобалар студенттерді пәнге тартуға және бұл пән туралы ресми түлектер санының есебінен рейтингті арттырудан гөрі ақпарат беруге мүдделі. Екінші жағынан, осы пәрменді бизнес-модельді құруға тырысатын жобалар – және бұл платформалық Моокқа тән, - пайдаланушылардан курсты толық өтуге қол жеткізуге тырысады. Мұндай бизнес-модельдердің өміршеңдігі туралы мәселе.

МООК мәселелері

Бұл тақырыпты SkilledUp сайтының негізін қалаушылардың бірі, МООКов іздеуші Ник Гидвани (Nick Gidwani) егжей-тегжейлі қарастырды. Платформальды Мооктардың бірінші және басты мәселесі бастапқы жағдайда (тегін) ақшаны қайдан алу керек. Мұнда әртүрлі тәсілдер бар. Көптеген Платформалық Мооктар сертификаттар үшін ақы алады. Яғни, оқыту тегін, қорытынды аттестаттау да тегін, ал егер сертификат қажет болса, онда төлеу керек. Коммерциялық емес edX осымен шектеледі.

Коммерциялық Udacity және Coursera сертификаттарға ақы төлеуден басқа, сондай-ақ, әлеуетті жұмыс берушілерге оларға үздік студенттерді табуға және оларға жұмыс ұсынуға мүмкіндік беретін ақылы қызметтерді ұсынады. Кейбір курстар студенттердің курс тақырыбы бойынша нақты жобаларға опциондық қатысуын қамтиды.

Нақты сұраныс бойынша ұйымдастырылатын курстар мен тренингтер үшін студенттерден ақы алу мүмкіндігі де бар. Схема мынадай: студент тегін курстардан өтеді, оған оқытушылар ұнайды, және

ол оған қосымша курс жасауды қалайды – автоматтандырылған емес, тікелей. Үшін бұл жәрдемақы төлеуге. Сонымен қатар, жарнама құқығында белгілі бір бағытты орналастырғысы келетін коммерциялық ұйымдар бар, және олар осы платформа үшін осы ұйымнан ақша алатын болады.

Екінші мәселе - студент курстан өтіп, өз біліктілігін арттырғанын растау. Яғни, студенттер тек білім алып қана қоймай, жұмысқа орналасу және мансаптық өсу үшін мүмкіндік беретін сонымен бірге адамдар ақша төлей алатын сертификаттар алатындай етіп жасау керек. Сертификат студенттер үшін қандай да бір құнды болуы үшін, ол жұмыс берушілер тұрғысынан сенімді болуы керек. Ол үшін бұл сертификатты кем дегенде курсты ұйымдастырған университетті мойындаған жөн. Ал егер бұл университет Моокпен берілген сертификатты өз атына алмастыруға дайын болғаны абзал.

Қазіргі уақытта Курсер, мысалы, American Council on Education (ACE)-мен ынтымақтасып олармен келісімге келді, оның қатысушы университеттері (жалпы саны 1800) курсерлік сертификаттарды өздерінің нақты сертификаттарына мысалы, бір аяқталған курс үшін 2-3 сертификатқа қатысты алмастырады. ACE негізінен келісті, бірақ ACE бастау үшін қатысушы университеттермен әлі де келісуіміз керек (және оған біраз уақыт кетеді). Екіншіден, Гидвани айтқандай, бұған барлық университеттер толық келіспейді, ең беделді университеттер бас тартулары мүмкін.

Үшінші мәселе-бұл верификация. Кез - келген тегін Курсерлік курсқа жазылу арқылы пайдаланушы курсерлік "Ар-намыс Кодексімен" өзінің келісетіні туралы мәлімдеуі тиіс, қарапайым тілмен айтқанда, ол барлық тапсырмаларды өз бетінше орындауға уәде береді. Әрине, сертификаттау сияқты маңыздылықтарды жүзеге асырудағы мәселелерге немқұрайлылықпен қарауға болмайды. Сондай-ақ егер адам тек оқуға келсе мейлі; егер адамдар оқумен бірге сертификат алуға келсе – онда барлық тиісті қажеттіліктермен қамтамасыз етілуі керек. Сіздің сенімді сертификаттарыңызды қосу үшін, Курсерде – Signature Track қосымша (ақылы) мүмкіндіктер жасалды. Мұндай тиімді мүмкіндіктердің құны 30-дан 100 долларға дейін тұрады. Бұл үшін курс қорытындысы бойынша студент тек университет танитын сертификатты ғана емес, сонымен қатар Курсер арқылы осы сертификаттың шынайылығын растайтын сілтемені да алады. Сонымен қатар, студентке орындалған тапсырмалар мен жобалар бойынша толық есеп беріледі. Осы есептілік жұмыс берушіге толық ұсынылуы тиіс.

Верификацияға құқық беретін жеке қолтаңбаны қадағалау үшін жүйе пернетақтадағы мәтінді теру мәнерін оқиды және талдайды, бұл жеке сипаттама болып саналады, ол жазу ретінде. Бұдан әрі пайдаланушы өзінің тұлғасын (вебкамераның көмегімен) суретке түсіруі тиіс және осылайша – өзінің жеке басын куәландыратын құжаты, мысалы, паспорт немесе жүргізуші құқығы. Бұдан басқа, жеке деректер (аты, мекен-жайы) және банк картасының деректері енгізіледі. Осы процедуралардың барлығынан кейін пайдаланушы курс қорытындысы бойынша расталған сертификат алуға құқылы болады. Курсер сондай-ақ студенттер үшін қаржылық жағдайларда тегін верификацияны көздейді.

Сондай-ақ осылардың бәріне қарамастан жұмыс берушілер осы сертификаттарды мойындайды ма деген сұрақтар туындайды. Әрине, бұл жерде қандай да бір елде және тіпті қандай да бір жұмыспен қамту саласында жұмысқа орналасу ерекшелігіне байланысты. АҚШ – қа қолданғанда Ник Гидвани егер МООК түлектерінің жұмыс орындарына келуі өсетін болса, онда консервативті және тұрақтылықты бағалайтын жұмыс берушілер мысалы, сол Курсерді әлеуетті кадрлық ресурстардың бірі деп қабылдаулары мүмкін делінген.

Қашықтан оқудың екі түрі бар (ҚО):

- асинхронды оқыту, онда ЖОО-дан алыс студенттер бір курс топтарын құрайды және білім беру мекемесі әзірлеген оқу-әдістемелік материалдарды пайдалана отырып жеке оқу жоспары бойынша айналысады;

- синхронды оқыту ("бірлескен жұмыс"), сабақты (дәріс, кеңес беру) өткізуді қамтамасыз ететін ЖОО қашықтықтан бөлінген кезде және бір мезгілде айналысатын студенттер тобы (қазіргі таңда бұл виртуалды оқу тобы болуы мүмкін: студенттер бұл жағдайда тіпті бір қалада да бір аудиторияда болулары міндетті емес). Бұл ретте оқытушы мен студенттер арасындағы өзара іс-қимыл нақты уақыт ауқымында болады.

Қашықтан оқу оқытушы-әдіскерлер, тьюторлар және бағдарламашылар болған жағдайда жүзеге асырылады.

Оқытушы-әдіскердің, біліктілігі жоғары маманның негізгі міндеті-білім беру ортасын және оған қажетті әдістемелік материалдарды құру. Осы міндетті шешу үшін оқытушы компьютерлік оқыту бағдарламасының сценарийін әзірлей білуі, өзінің Қашықтан оқу технологиясын жасай білуі, ғаламторда белсенді жұмыс істей білуі және оның пәні бойынша ақпарат орналастырылған

серверлердің координаттарын білуі, өз әріптестерімен байланыс жасай білуі тиіс. Курсты әзірлеуші оқытушы міндетті түрде оқу процесіне қатысуы және оқытушымен белсенді байланыста болуы тиіс .

Тьютор-әдіскердің пікірлестері сонымен бірге курсты әзірлеумен жұмыс істейтін және оны оқыту процесінде тікелей әдіскердің басшылығымен бірге алып жүретін көмекшісі. Қашықтан оқудағы Тьютор үш негізгі қызметті орындайды: оқытушы, кеңесші және менеджер. Бірінші жағдайда ол кіріспе және қорытынды сабақтарды, семинарларды өткізуге, курсты оқу-әдістемелік сүйемелдеуді дұрыс және тиімді пайдалануды қамтамасыз етуге, тыңдаушыларға олардың кәсіби өзін-өзі анықтауына көмек көрсетуге жауап береді. Екінші жағдайда бұл тыңдаушылардың танымдық процесін үйлестіру, тыңдаушылардың оқытылатын курстың әр түрлі мәселелері бойынша топтық және жеке консультациялар өткізу. Соңында бұл тыңдаушылар тобын жинақтау және қалыптастыру, оқу процесінің кестесін құру, топтық сабақтарды өткізуді басқару, тыңдаушылардың оқу процесінің кестесін орындауын бақылау .

Жобаны сәтті жүзеге асыру үшін Қашықтан оқудың негізгі принциптерін білуі, оқыту сценарийін жүзеге асыруға арналған мультимедиялық құрал-саймандармен жұмыс істей білуі, тиісті тілдерде (Pascal, Java) бағдарламалай білуі және Internet/Intranet желілері үшін қажетті қосымшаларды құра білуі тиіс білікті бағдарламашылар қажет.

Қашықтан оқу технологиялары

Әрбір оқыту жүйесі, оның ішінде Қашықтан оқу жүйесі оқытудың әдістерінің, ұйымдық нысандары мен құралдарының жиынтығын, яғни Қашықтан оқу технологиясын айқындайтын белгілі бір дидактикалық тұжырымдама негізінде құрылады.

Қашықтан оқуда үш технология қолданылады:

-кейс-технология, оқу-әдістемелік материалдар арнайы жиынтыққа жинақталғанда (кейс ағылш. case) және білім алушыға өз бетінше зерделеу үшін (оған тағайындалған тьюторларда мерзімді кеңес берумен) беріледі (жіберіледі));

-TV-тьюторлардың кеңестерімен телевизиялық лекцияларды қолдануға негізделген технология; сонымен қатар, бір жағынан, тьютор мен білім алушы, екінші жағынан, бір-бірімен білім алатын Интернет желісін пайдалануда құрылған желілік технология.

Базалық студенттер үшін кейс-технологияны есептеу керек..

Кейс-технологияда келесі оқыту құралдары тиімді пайдаланылуы мүмкін:

-бақылау, курстық және бітіру жұмыстарын орындау бойынша әдістемелік нұсқаулармен пәндерді оқыту бағдарламалары;

-курстың әрбір пәні бойынша іргелі баспа оқулықтар мен оқу құралдары;

-өзін-өзі бақылауға және бақылауға арналған тесттері бар арнайы баспа оқу-практикалық құралдар;

-курстың әрбір пәні бойынша шолу (орнату) аудио - немесе видеолекциясы; зертханалық практикумдар;

-курстың барлық пәндері бойынша компьютерлік электрондық оқулықтар (ҚЭУ) және / немесе компьютерлік оқыту бағдарламалары (КОПР).

Қашықтан оқу кезінде, студенттің оқытушымен байланысы өте шектелген кезде, бұл жағдайды оқытудың компьютерлік құралдарын әзірлеу кезінде ескеру қажет. Сондықтан жоғарыда аталған Қашықтан оқудың барлық негізгі құралдары тізбеленгеннен кейін, компьютерлік құралдардың тағы екі ерекшелігі бар: мультимедианы (multimedia) және гипермәтінді белсенді пайдалану. Бұл ерекшеліктер қашықтан оқудың келесі педагогикалық тұжырымдамаларына негізделеді.

1. Заманауи Қашықтан оқу технологиясы негізінде оқыту өзінің тартымдылығын жоғалтпауы үшін студенттің эмоциялық қайтарымын арттыру қажет. Басқа сөзбен айтқанда, студенттің компьютердегі оқу материалдарымен жұмысы эмоционалды түрде боялуы тиіс. Бұған мультимедианы пайдалану, яғни түрлі-түсті графиктер мен суреттер, анимация, дыбыс сүйемелдеуі мүмкін бейнесюжеттер түрінде ақпаратты кешенді ұсыну ықпал етеді. Мұндай мультимедиялық элементтер студентте материалды жақсы қабылдауға және есте сақтауға мүмкіндік беретін қосымша психологиялық құрылым құратыны белгілі.

2. Компьютерлік Оқу материалдары оқытылатын пәннің ұғымдық бөлігінде (анықтамалар, түйінді сөздер), сондай-ақ мазмұндаудың логикалық құрылымында (модульдердің жүйелілігі мен өзара байланысы) дамыған гипермәтіндік құрылымға ие болуы тиіс.

Гипермәтін құрылымы:

материалды конспективті баяндау;

мәтін бойынша еркін орын ауыстыру (оны жаппай оқу міндеттілігі және сол арқылы оқытылатын пән бойынша әр түрлі дайындықпен оқитын студенттер үшін оқу процесін түзету мүмкіндігі);

кері байланыстарды ұйымдастыруды жеңілдететін айқас сілтемелерді пайдалану, мысалы, студенттің типтік мысалдарды талдау немесе өзін-өзі бақылау барысында дұрыс жауап бермесе.

Қашықтан оқу үшін компьютерлік оқу құралдары

МДҰ жүйесі үшін оқу мақсатындағы бағдарламалық қамтамасыз ету құралдарының екі түрін бөліп көрсету қажет: компьютерлік электрондық оқулықтар (ҚЭУ) және компьютерлік оқыту бағдарламалары (ҚЭУ). КЭУ функциялары негізінен студентке оқу материалдарын монитор экранында ұсынумен шектеледі. Баспа материалдарымен салыстырғанда КЭУ-ге тиісті пән саласында болып жатқан өзгерістер оңай енгізілуі мүмкін. Олар үлкен графикалық көрнекілік және ыңғайлы пайдаланушы интерфейсі бар (мәзір, анықтама). Әрбір тақырыптың соңында бақылау және өзін-өзі бақылау үшін тест тапсырмалары орналастырылуы мүмкін. Сонымен қатар, КЭУ студентпен диалогы пассивті, (тест түрінде сұрақ қою, жауапты енгізу, бағдарламаланған бетті және т.б. шақыру) қатты детерминирленген сипатқа ие.

Компьютерлік оқыту бағдарламалары диалогты кеңінен қолданады, және де бағдарлама жұмысының алгоритмі студенттің жауаптарына байланысты болуы мүмкін. Мысалы, студенттің алдына қойылған міндеттерді шешу барысына байланысты бағдарлама оқытушының рөлін ойнай отырып, оған қандай да бір ұсыныстар, түсініктемелер, кеңестер беруі тиіс. Оқыту белсенді болып, оған студенттің тиісті іс-қимыл бағдарламасына Бағдарламаның жауапты іс-қимыл сценарийін енгізу арқылы қол жеткізіледі.

Әрине, ешқандай оқыту бағдарламасы оқытушыны толығымен алмастыра алмайды. Студент пен оқытушының өзара әрекеттестік қажеттілігі міндетті түрде қалады. Осылайша, студенттің бақылау тапсырмаларын орындау нәтижелері оқытушыға электронды пошта немесе дискет арқылы беріледі. Бұл ретте, сондай-ақ оқытушы мен студент арасында телекоммуникация (телефон, бейнеконференция) және жеке қарым-қатынас (консультация, әңгімелесу) арқылы "тірі" кері байланыстың болуы болжанады, бұл олардың арасындағы нақты диалогтың қосымша элементін енгізеді.

Оқыту (анықтау бойынша) оқытушы мен студенттің өзара әрекеттесуін көздейді. Оқытушы білімді интерпретатормен сөйлей отырып, оқыту үдерісіне эмоциялық бояу енгізеді, кері байланысты жүзеге асырады және қажет болған жағдайда студенттің оқыту үдерісіне түзету жүргізе алады. Қашықтан оқу кезінде оқытушыда ерекше рөл. Бір жағынан, студенттермен, соның ішінде аудио - және видеоконференцияларды өткізу барысында қарым-қатынас жасау үшін уақыт тапшылығы оқытушыдан өте жоғары біліктілікті талап етеді, ең аз уақытта олардың әртүрлі сұраныстарын қанағаттандыру үшін. Екінші жағынан, оқытушы, әдетте, ақпараттық технологиялар саласында да жақсы маман болуы тиіс, өйткені Қашықтан оқудың негізгі құралдарының бірі компьютерлік оқыту бағдарламалары болып табылады.

Соңғы уақытта оқытушының тиімді жұмысының шарты телекоммуникациялық технологияларды (Internet, Intranet) меңгеру болды, сондықтан қашықтықтан білім беру жүйесінде оқытушы-кеңесші (тьютор) лауазымы ерекше мәртебеге ие болады. Қашықтан оқу орталықтарының үлкен тәжірибесі қашықтықтан білім беру кезіндегі оқу процесінің сапасы көбінесе оқытушы-консультантты даярлау сапасына байланысты екенін көрсетті.

Қашықтан оқу сапасын басқару

Жоғары білім берудің кез келген түрінің негізгі мәселелерінің бірі оның сапасы болып табылады. Сондықтан Қашықтан оқу технологиясының қалыптасуы мен дамуы барысында оқытудың сапасы мен сапасын басқару мәселелері міндетті түрде қаралуы тиіс.

Қашықтан оқу технологиясы Әр студентке арналған оқу процесінің жеке кестесін қарастырады. Оқу процесінің топтық кестесіне, әсіресе спутниктік теледидар, аудио-және бейне конференция сияқты синхронды дискрециялық оқытудың қымбат тұратын құралдарын пайдаланған кезде жол беріледі.

Қашықтан оқу кезінде қабылданатын шараларға қарамастан (мысалы, студенттің жеке басын қосымша фотоидентификациялау), бұрмалау, қабылдау және аттестаттаудың барлық түрлері, мемлекеттік қорытынды аттестаттауды қоса алғанда, "адамға бетпе-бет"өткізу ұсынылады.

Сапаны бағалау үшін де, Қашықтан оқу сапасын басқару үшін де (мысалы, тьютор мен студент арасындағы қарым – қатынасты жеңілдету үшін), сондай-ақ сапаны жаппай басқару принциптері (Total Quality Management-TTM) тиімді қолданылады.

Қашықтан оқу жүйесінде (ҚБҚ) білім беру сапасы көрсеткіштерінің көп деңгейлі жүйесін қабылдайды, мысалы: оқу пәндері студентінің білімді бағалауы;

жүйелік құзыреттілік деңгейі (мысалы, әлеуметтік және экономикалық проблемалардың өзара байланысын түсіну);

ресурстарды оңтайлы бөлудегі құзыреттілік деңгейі;

ақпараттармен жұмыста құзыреттілік деңгейі (мысалы, ақпаратты түсіндіре білу, ақпаратты өңдеу үшін компьютерді пайдалану); жазу, сөйлеу және тыңдау білігін бағалау;

шығармашылық ойлауды бағалау;

жеке жауапкершілік пен коммуникабельділік сияқты қасиеттерді бағалау;

командаларда жұмыс істей білуді бағалау, басқаларды оқыту және келіссөздер жүргізу.

Электрондық оқу құралдарының ең тиімді нысаны компьютерлік оқыту бағдарламасы (КОПР) болып табылады. Ол студентке (оқушыға) белсенді оқуға және оқытушымен қарым-қатынас тапшылығын айтарлықтай өтеуге мүмкіндік береді. Сондықтан осы бөлімде сөз көбінесе КОПР құру технологиясы туралы болады. Қажет болған жерде компьютерлік электронды оқулықтарды (ҚЭУ) жасаудың ерекше ерекшеліктеріне қатысты түсініктеме беріледі.

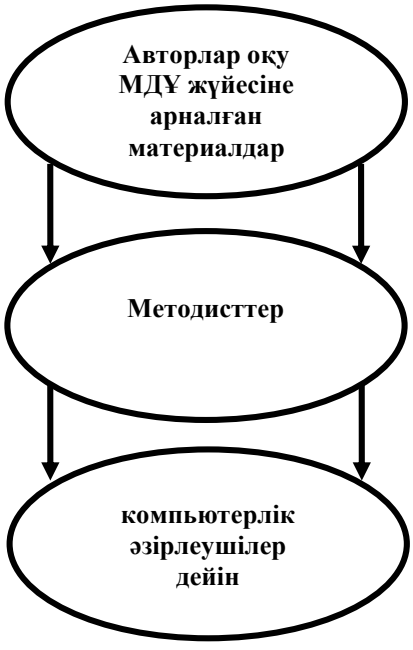
КОПР оқу құралы ретінде екі кіші жүйеден тұратын жүйе ретінде ұсынылуы мүмкін:

ақпараттық (мазмұнды бөлім); бағдарламалық (бағдарламалық іске асыру).

Компьютерлік оқыту бағдарламаларын құру кезінде оларды құру әдіснамасы бойынша екі полярлық пікірмен бетпе-бет келуге тура келеді. Олардың біріншісі-оқытушыға (курс бойынша оқу материалдарының авторына) қажетті материалдарды дұрыс дайындау жеткілікті, ал оларды компьютерлік формаға ауыстыру ерекше проблема болмайды. Екінші пікір бойынша, білікті бағдарламашы кез келген дәстүрлі баспа оқулығын ала алады және оның авторының көмегінсіз оның тиімді оқу құралын жасай алады. Бірінші жағдайда мазмұнды бөлім абсолюттеледі, екінші жағдайда – оның бағдарламалық іске асырылуы.

МДҰ жүйесі үшін компьютерлік оқыту бағдарламаларын құру – бұл Оқу материалдары авторларының және МДҰ компьютерлік құралдарын әзірлеушілердің өзара іс-қимылының итерациялық процесі, ал осы процесті байланыстырушы буын және ұйымдастырушы МДҰ құралдарын дайындау әдістемесі бойынша мамандар болуы тиіс (суретті қараңыз. 12).

Тапсырманы беру
Не істеу керек, қалай жасау керек
(ЖОО-ның оқу бағдарламасымен анықталады))
КОПР



12-сурет. компьютерлік құралдарды жасаудың итерациялық процесі

Қорытындылай келе, қашықтан оқу – бұл пайдаланушылардың білім алу қажеттіліктерін қанағаттандыруға бағытталған мәліметтерді, ақпараттық ресурстарды, аппараттық-бағдарламалық және ұйымдастырушылық әдістемелік қамтамасыз ету құралдарының жүйелі-ұйымдастырылған жиынтығын ұсынатын оқытудың жаңа түрі. Осылайша, Қашықтан оқу XXI ғ. дербес оқыту түрі ретінде қарастырылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТ

[1]. Олифер В. Г. Компьютерлік желілер. Принциптер, технологиялар, хаттамалар. – СПб.: Питер Баспасы, 2009. - 715 Б.

[2]. Rynson W. H., Frederick W. B. Advances in Web-Based Learning. International Journal of Distance Education Technologies, 2010.- p.1-2.

[3]. Passerin Katia;Granger Mary J. A developmental model for distance learning using the Internet. Computers & Education, 2010. - p.1-15.

[4]. Каплан. Л. Қашықтан оқу жүйесін құрайық, 2008, Оқу құралы. 12. [Электронды ресурс]. URL: http://www.osp.ru/cio/2008/12/5679944/

[5]. Ибрагимов И. М. Ақпараттық технологиялар және Қашықтан оқу құралдары: Учеб. жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған оқу құралы / ред. А.Н. Толығырақ оқу М.: "Академия" баспа орталығы, 2005.

Байқоныс А.

Организация дистанционного обучения: виды и составляющие дистанционного обучения

Резюме. В статье рассматривается актуальные проблемы современного образования дистанционного обучения. Основная задача статьи обосновать и аргументировать дистанционное обучение как новую форму обучения. В статье дается анализ форм обучения, приведены и показаны основные направления развития дистанционного обучения, отличия дистанционного обучения от традиционного. Уделены особое внимание проблеме, решаемым обучающимися и преподавателями в дистанционном обучении. А также показано, что эффективность дистанционного обучения определяется использованием педагогических технологий, которые лежат в основе проектирования и реализации дистанционных курсов. Таким образом, дистанционное обучение может рассматриваться как самостоятельная форма обучения.

Ключевые слова: дистанционные формы обучения, верификация, технологии дистанционного обучения, синхронное обучение, тьютор, системные компетенции.

УДК 004.896-029

N.T. Zhetenbaev, G.K. Balbayev, M. Ceccarelli

TERMINOLOGY AND CLASSIFICATION OF EXOSKELETONS

Abstract: this article describes the prerequisites for the creation and classification of exoskeletons. Exoskeletons are used in very numerous fields of science and technology, increasing the scope of application of exoskeletons in medicine and weapons of the state, space industry, industry. It is obvio,us that in the future exoskeletons will become an integral part of our lives, so we need to study the basic information about them. The exoskeleton follows the biomechanics of human rights, to increase the proportion of strong during the movement.

Key words: exoskeleton, active exoskeletons and passive exoskeletons, medical applications, military applications, space industry, industry, paralysis.

[1]Н.Т. Жетенбаев, [2]Ғ.Қ. Балбаев, [3]М. Чеккарелли

([1]Қ.И Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[2]Алматы Энергетика және Байланыс Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[3]Римский университет Tor Vergata, Рим, Италия
*E-mail: nursultan.zhetenbaev@mail.ru)

ЭКЗОСКЕЛЕТТЕРДІҢ ТЕРМИНОЛОГИЯСЫ МЕН ЖІКТЕЛУІ

Аннотация: бұл мақалада экзоскелеттерді құрастырудың алғы шарттары және жіктелуі қарастырылған. Экзоскелеттер ғылым мен техниканың өте көп салаларында қолданылады, медицинада және мемлекетті қаруландыруда, ғарыш саласы, өнеркәсіптерде экзоскелеттерді қолдану аясы артып келеді. Болашақта экзоскелеттер біздің өміріміздің ажырамас бөлігі болатыны айдан анық, сондықтан олар туралы негізгі ақпаратты зерттеуіміз керек. Экзоскелет қозғалыс кезінде күшті пропорционал арттыру үшін адам биомеханикасын қайталайды.

Түйін сөздер: экзоскелет, белсенді экзоскелеттер және пассивті экзоскелеттер, медициналық қолданыс, әсери қолданыс, ғарыш саласы, өнеркәсіп саласы, сал ауруы.

Экзоскелетті анықтау

Жалпы қабылданған анықтама бойынша «экзоскелет» грек тілінен аударғанда сыртқы қаңқаның есебінен адам күшін арттыруға арналған құрылғы.

Экзоскелет ол жоғалған функциялардың орнын толтыруға және адам бұлшық етінің күшін арттыруға, қозғалыс амплитудасын сыртқы қаңқа мен жетекші элементтердің есебінен қозғалуға арналған құрылғы.

Анатомиялық параметрлеу

Жасанды бұлшық еттен тұратын аяқ экзоскелетін әзірлеу кезінде біз аппаратты қиыстыруға сәтсіз әрекеттермен бетпе-бет келдік. Ұзақ уақыт бойы қиыстыру апробациялау арқылы жүргізілді, адамға аяқ экзоскелетін кигізіліп жасалынды. Алайда, конструкцияның тұрақты жұмысына қол жеткізу мүмкін емес болды. Негізінен кемшіліктер жоғалған функциялардың орнын толтыру мүмкіндіктерінің жоқтығына, аппараттың техникалық мүмкіндіктерін пайдаланудың жеткіліксіздігіне және күш-жігердің біркелкі бөлінбеуіне байланысты конструкцияның жекелеген элементтерінің сынуына қатысты болды. Бұл анатомиялық параметрлеу бойынша жұмыстарды жүргізу қажеттілігін тудырды. Медициналық әдебиетте мұндай ұғымның болмауына байланысты біз оны өзімізше жасап көрдік.

Анатомиялық параметризация–бұл адам денесінің құрылысының әртүрлі анатомиялық сипаттамалары мен механикалық құрылғы параметрлерінің арасындағы үйлесімділікті анықтау болып табылады.

Жіктелуі

Экзоскелеттерді тәжірибелік жұмысқы кеңінен енгізілуіне қарамастан, біз осы құрылғылардың толық жіктемесін таба алмадық. Біз ұсынған жұмыстың негізіне біз олардың бірнеше жіктелуін жасадық.

Энергия көзі мен принципі бойынша жетек жұмысы:

а) белсенді экзоскелеттер;

б) пассивті экзоскелеттер.

Қосымша нүктесі бойынша:

а) аяқ-қолдың экзоскелеті;

ә) аяқтың экзоскелеті;

б) экзоскелет-костюм.

Құны бойынша (шартты):

а) төмен құн (қол жетімді): 1 000–10 000 АҚШ долл.;

ә) орташа баға санаты: 10 000–50 000 АҚШ долл.;

б) құны жоғары: 50 000 АҚШ долларынан астам.

Қолдану саласы бойынша:

а) әскери;

ә) медициналық;

б) өнеркәсіптік;

г) ғарыштық.

Конструкция салмағы бойынша:

а) аса жеңіл – 2 кг дейін;

ә) жеңіл – 2-ден 10 кг дейін;

б) орта салмақ категориясы-10-нан 30 кг-ға дейін;

г) ауыр-30 кг астам.

Функциялар саны бойынша:

а) қарапайым мақсаттағы экзоскелеттер;

ә) қос мақсаттағы экзоскелеттер;

б) кеңейтілген функциялары бар экзоскелеттер.

Науқастың ұтқырлығы бойынша:

а) ұялы;

ә) тіркелген (стационарлық).

*Экзоскелеттердің әрбір тобының сипаттамасы***.**

Энергия көзі және жетектің жұмыс принципі бойынша:

а. *Белсенді экзоскелеттер* – энергия көзі ретінде электр энергиясын механикалық етіп түрлендіретін сыртқы құрылғылар қолданылады, ол адам денесінде бекітілген конструкция элементтеріне әсер етеді.

Артықшылықтары: жоғары қозғалу жылдамдығы, күш пен қозғалыс амплитудасының айтарлықтай артуы, реттеу және бағдарламалау мүмкіндігі жұмыстың үлкен көлемін орындауға мүмкіндік береді.

Кемшіліктері: сыртқы қоректену көздеріне тәуелділік, қымбат, конструкцияның массивтілігі, үлкен масса, климаттық жағдайларға тәуелділік, жөндеу және қызмет көрсету қажеттілігі, сервистік қызметтің болмауы және жиынтықтауыштарға байланыстылығы.

Көрсеткіштер: еңбекке қабілеттілікті арттыру мақсатында дені сау әскери қызметшілер үшін әскери салада, медициналық салада – әлсіз сал ауруы синдромы бар пациенттер үшін, мүгедектерді оңалту үшін қолданылады.

Мәселен: HULC (АҚШ) белсенді экзокостюмы солдатқа тез жүріп өтуге мүмкіндік береді, HULC тек қана жүкті тасымалдауға ғана емес, сонымен қатар жерден жүкті көтеруге көмектеседі.

б. *Пассивті экзоскелеттер* энергия көзі ретінде белсенді буындар мен бұлшық етке орнатылатын қолдаушы қосылыстардың қозғалмалы және бейімделген жүйесі арқылы адамның кинетикалық энергиясы мен қалдық күшін қайта бөлу үшін қолданылады.

Артықшылықтары: сыртқы қоректену көздеріне тәуелді емес, конструкцияның аз бөлігі, жоғары сенімділік, құрылғының төмен құны және оған қызмет көрсету биологиялық кері байланысты қалыптастыру механизмін қамтиды.

Кемшіліктері: бұлшықеттердің қалдық күші болмаған кезде пайдаланудың мүмкін еместігі, бағдарламалаудың мүмкін еместігі, қозғалудың салыстырмалы төмен жылдамдығы, анатомиялық параметрленуде жеке қажеттілік, шектелген амплитудасы бар қозғалыс.

Қолдану үшін көрсеткіштер: әскери салада, өнеркәсіпте – еңбекке қабілеттілікті арттыру үшін, медициналық салада – әлсіз сал ауруы синдромы бар емделушілер үшін, мүгедектерді оңалту үшін қолданылады.

Мәселен: пассив экзоскелеті "WREX" – Wilmington Robotic Exoskeleton және "ЭКЗАР" экзоскелеттері конструкциясы үш жазықтықта шектеулі амплитудасы бар қозғалысты жүзеге асыруға мүмкіндік береді.[1, 2, 4, 5]

Қосымша нүктесі бойынша:

а. *Аяқ-қолдың экзоскелеті* – сау және зақымданған қолдың күші мен қозғалыс амплитудасын арттыру үшін. Белсенді немесе пассивті болуы мүмкін.

Артықшылықтары: мүгедектерді әлеуметтік бейімдеу, оңалту кезінде таптырмас құрылғы.

Кемшіліктер: қолдың зақымдануы кезінде ғана қолдануға болады.

Көрсеткіштер: медициналық салада мүгедектерді оңалту үшін сал ауруы синдромы бар пациенттер үшін, өнеркәсіпте және әскери салада - дені сау адамдардың күшін арттыру және еңбекке қабілеттілігін арттыру үшін қолдануға болады.

Мәселен: Exoskeleton Prototype 3 (EXO-UL3) белсенді аяқ экзоскелеті нейрондық сигналдарымен басқарылатын жетектің арқасында, инвазивті емес беткі электромиографияның көмегімен барлық жазықтықтарда аяқ-қолды жылжытуға мүмкіндік береді. Алайда, авторлардың пікірінше, "биопорт" басқару жүйесі жетілдірілмеген және әрі қарай жетілдіруді қажет етеді.

ə. *Аяқтардың экзоскелеті* – сау/зақымданған аяқтардың күші мен қозғалыс амплитудасын арттыру үшін қолданылады, жүруді жеңілдетеді. Белсенді немесе пассивті болуы мүмкін.

Артықшылықтары: аяқ–қолдың күшін едәуір арттырады, жұмысқа қабілеттілігін күшейтеді, өз бетінше жүріп-тұру, мүгедектерді әлеуметтік бейімдеу, оңалту мүмкіндігіне ықпал етеді.

Кемшіліктері: тек аяқ-қолдар үшін қолдануға болады; күрделі биомеханика қозғалысы, күшті тіреудің қажеттілігі, материалдардың тозуына төзімді, науқастың салмағының өзгеруіне байланысты әзірлеу мен пайдалануда күрделі.

Көрсеткіштер: медициналық салада төменгі ендік сал ауруы синдромы бар пациенттер үшін, мүгедектерді оңалту үшін, әскери салада – еңбекке қабілеттілікті арттыру мақсатында дені сау әскери қызметкерлер үшін; өнеркәсіп саласында – ұзақ статикалық жүктемесі бар жұмысшылардың еңбекке қабілеттілігін арттыру үшін және ауырлықты үлкен қашықтыққа ауыстыру кезінде қолдануға болады.

Мәселен: аяқ-қолдың белсенді экзоскелеті ReWalk (ARGO Medical Technologies, Израиль) дененің төменгі жартысындағы сал ауруы синдромы бар адамдарға таяқтарға сүйеніп, аяққа тұруға және жүруге мүмкіндік береді. Re-Walk конструкциясының жұмысы дененің алға көлбеуін ұстап тұратын және аяқты ұстап тұратын аспаптарға сигнал беретін датчиктерге негізделген. Аппараттың бағасы 100 мың АҚШ долларын құрайды. Қорек артынан арнайы рюкзакта тұратын аккумулятордан жүзеге асырылады. Конструкцияны тек аяқ-қол функциялары сақталған адамдарда қолдануға болады.

б. *Экзоскелет-костюм* бүкіл дененің күші мен амплитудасын арттыруға арналған, әдетте, белсенді күш пен жұмысқа қабілеттілікті арттыру үшін қолданылады, сондай-ақ сыртқы факторлардан сенімді қорғауды қамтамасыз етеді. Белсенді немесе пассивті болуы мүмкін.

Артықшылықтары: бүкіл дененің күшін арттырады, жұмыстың үлкен көлемін, қозғалыстың үлкен көлемін орындауға мүмкіндік береді, сыртқы факторлардан қорғайды.

Кемшіліктері: конструкцияның үлкен салмағы, әдетте, жоғары құны, әзірлеу және адам денесіне бейімделу күрделілігі.

Көрсеткіштер: әскери салада дені сау әскери қызметшілер үшін, өнеркәсіпте және ғарыштық зерттеулерде – еңбекке қабілеттілікті арттыру үшін қолданылады.

Мәселен: белсенді экзоскелет XOS 2 костюмі (Sarcos, АҚШ). АҚШ әскерінің қажеттілігі үшін құрылған. Raytheon Company компаниясы шығарған жаңа Exoskeleton (XOS 2) жеңіл, жылдам және күшті, бірақ 50% аз энергияны пайдаланады. Жақсартылған дизайн сыртқы факторлардан сенімді қорғауды қамтамасыз етеді. XOS 2 операторға үлкен салмақты көтеруге көмектеседі. Экзоскелетке берілген оператор екі-үш сарбаздың жұмысын орындай алады. Костюм құрылғылар, датчиктер, күш жетектері мен контроллерлерден тұрады. Осының бәрі жоғары қысымды гидравликалық қозғалысқа әкеледі. Ол костюм киген адамға 100 кг-ды бірнеше жүз есе көтеріп, қалыңдығы 8 см ағаш кесектерін тесуге мүмкіндік береді. [3, 6, 7]

Құны бойынша:

а. *Төмен құн* (қол жетімді): 1 000-10 000 АҚШ долл. - әдетте, қолжетімді материалдардан жасалған аналогтар немесе пассивті экзоскелеттер.

Артықшылықтары: төмен баға халықтың түрлі санаттары үшін кеңінен енгізуге мүмкіндік береді.

Кемшіліктері: құрылғы құнын азайту үшін оны құру процесінде қазіргі заманғы технологиялар мен материалдар қолданылады.

Көрсеткіштер: нақты экзоскелетке байланысты медициналық, әскери, өнеркәсіптік салаларда қолданылады.

Мәселен: Hal, Hybrid Assistive Limb (Жапония, Cyberdyne) аяқтарының белсенді экзоскелеттері жүріп-тұруы қиын қарт адамдар мен мүгедектерге арналған. Сонымен қатар, аккумулятор батареясы 10 кг салмақ, ал автономды жұмыс уақыты (максималды жүктеме жағдайында) 2,5 сағатты құрайды. Бұйымның құны 4 200 АҚШ долл.

ә. *Орташа баға санаты:* 10 000–50 000 АҚШ долл. - көбіне пассивті экзоскелеттер жатады.

Артықшылықтары: өңдеу процесінде қазіргі заманғы технологиялар мен материалдар қолданылады.

Кемшіліктер: әдетте, осы баға санатының экзоскелеттері көптеген мұқтаж пациенттер үшін қол жетімді емес.

Көрсеткіштер: нақты экзоскелетке байланысты (медициналық, әскери, өнеркәсіптік салаларда қолданылады).

Мәселен: активті экзоскелет аяқтың eLEGS компанияның Ekso Bionics кіреді. Басқару джойстик пен планшеттің көмегімен жүзеге асырылады. 30-дан 50 мың АҚШ долларына дейін өзгереді. Бұл аяқтары бар пациенттерге арналған арнайы гидравликалық экзоскелет. Конструкция оларға балдақтар немесе арнайы жүргіштер арқылы қозғалуға мүмкіндік береді. Оның жұмысының негізінде – интерфейс микрокомпьютердің көмегімен экзоскелетті қауіпсіз қолдану үшін табиғи адам қозғалысын пайдаланатын аппараттық бағдарламалық кешен.

б. *Жоғары құны:* 50 000 АҚШ долларынан астам - әдетте, белсенді экзоскелеттер жатады.

Артықшылықтары: өңдеу процесінде ең заманауи технологиялар қолданылады және материалдар.

Кемшіліктер: жоғары құн және жиі құпияландырылған материалдар мен технологиялар экзоскелеттерді практикалық медицинаға, сондай-ақ басқа да салаларға енгізуді күрт шектейді.

Көрсеткіштер: нақты экзоскелетке байланысты (медициналық, әскери, өнеркәсіптік салаларда қолданылады), бірақ көбінесе әзірлеуші фирмасының мәртебесін көрсететін белгілі бір бренд құру және болашағы бар зерттеулердің мүмкіндіктерін анықтау үшін.

Мәселен: белсенді exoskelet төменгі аяқ REX (REX Bionics, Жаңа Зеландия) жылжыту кезінде кеңістіктегі адам денесін қосымша қолдауды қамтамасыз етеді. Аппараттың үлкен салмағы және оның жоғары өзіндік құны – 150 мың АҚШ долл. [8, 9]

Қолдану саласы бойынша:

а. *Әскери салада:* осы топтың экзоскелеттері әскери салада дені сау әскери қызметкерлер үшін дене жүктемелерін төмендету және әскери қызметкерлердің еңбекке қабілеттілігін арттыру мақсатында қолданылады. Аяқ-қол экзоскелеті немесе экзокостюмдер үшін белсенді немесе пассивті болуы мүмкін.

Артықшылықтары: қозғалудың жоғары жылдамдығын қамтамасыз етеді, жұмыстың үлкен көлемін, қозғалыстың үлкен көлемін орындауға мүмкіндік береді, сыртқы факторлардан қорғауды қамтамасыз етеді.

Кемшіліктер: әдетте әскери салада ғана қолданылады, өйткені схемалар мен технологиялар құпияландырылған.

Көрсеткіштер: дене жүктемелерін төмендету және еңбекке қабілеттілікті арттыру мақсатында дені сау әскери қызметшілерде қолданылады.

Мәселен: аяқтардың пассивті экзоскелеті "К-2" әскери және төтенше жағдайлар бөлімінің мұқтаждықтарына арналған. Бұл құрылғы адамға ауырлық беруге көмектеседі (рюкзак, бронежилет, саперді қорғау, өрт сөндірушінің жарағы) массасы 50 кг ұзақ уақыт өз тірек-қозғалтқыш аппаратына үлкен күш салусыз және жүктемесіз. Құрылғының ең аз мөлшері мен салмағы (2 кг-нан бастап), қызмет көрсетудегі қарапайымдылық оны ұзақ экспедицияларда, әскери марш лақтыруларда, төтенше жағдайы бар аудандарда алмастырылмайтын көмекші етеді. Экзоскелет жасалған негізгі материал бұйымға үлкен күш пен аз салмақ беретін көмірпластик. Сондай-ақ экзоскелет тірек-қимыл аппараты жарақаттары кезінде пайдаланылуы мүмкін, адамға К-2-де зақымданудан жоғары және төмен биттермен немесе белдіктермен қосымша бекітіп, сынуға дейін зақымданған аяқтармен едәуір қашықтыққа жылжытуға мүмкіндік береді. К-2 қолданғанда адам аяқ-қол мен омыртқаны механикалық зақымданудан қосымша қорғай алады. Сонымен қатар, бұл жүйенің әзірлеушілері оны аяқтарының функциясының бұзылуы бар мүгедектерге пайдалану мүмкіндігін атап өтеді.

ә. *Медициналық салада:* осы топтың экзоскелеттері сал ауруы синдромы бар емделушілер үшін, мүгедектерді оңалту үшін практикалық денсаулық сақтауда қолданылады. Жоғарғы немесе төменгі аяқ-қолдар үшін белсенді немесе пассивті болуы мүмкін.

Артықшылықтары: қозғалыстардың күші мен амплитудасын арттырады; мүгедектерді әлеуметтендіруге, оңалтуға және абилитациялауға ықпал етеді.

Кемшіліктері: арнайы бағдарламалар мен мақсатты қаржыландырудың болмауы, қосымша зерттеулер мен одан әрі әзірлеудің қажеттілігі, жұмыстың белсенді принципі бар модельдердің жоғары құны біздің елде аналогтар мен бірегей үлгілерді кеңінен жасауға және оларды практикалық денсаулық сақтауға енгізуге ықпал етпейді.

Көрсеткіштер: сал ауруы синдромы бар емделушілерде, мүгедектерді оңалту үшін қолданылады. Медицинада экзоскелеттерді қолданудың әлеуетті тәсілдері жарақаттан кейін қалпына келтіруді, жүрісті түзетуді және адамның физикалық мүмкіндіктерін арттыруды қамтиды.

б. *Өнеркәсіп саласында:* бұл топ экзоскелеттердің дамуының жаңа тармағы болып табылады, шын мәнінде, қажет болған жағдайда статикалық жағдайды қабылдайтын және қызметкерлердің статикалық жүктемесін төмендету мақсатында тірек жасайтын аяқтардың экзоскелеті болып табылады. Өнеркәсіп саласында, өндірісте, ірі зауыттарда, машина жасауда қолданылуы мүмкін.

Артықшылықтары: аяқ-қолдар мен омыртқаға ұзақ жүктемені төмендетеді, жұмысқа қабілеттілікті арттырады, кәсіби аурулардың даму қаупін төмендетеді, сонымен еңбек гигиенасы жоғары деңгейде.

Кемшіліктері: қосымша зерттеулер мен одан әрі әзірлемелердің қажеттілігі, біздің елде аналогтардың болмауы.

Көрсеткіштер: қызметкерлердің статикалық жүктемесін төмендету үшін сау адамдарда өнеркәсіптік салада қолдануға болады.

Мәселен: Chairless Chair (Швейцария) экзоскелеті бұл жұмыста күні бойы аяқта тұрып, статикалық жүктемені ұзақ уақыт сынауға тура келетін адамдар үшін жасалған. Chairless Chair экзоскелеті алюминий және көміртекті талшықтан жасалған. Оның салмағы тек 2 кг. Сыйымдылығы 6 вольт батарея экзоскелетке 24 сағат бойы зарядтаусыз жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Әзірлеушілер бұл құрылғы адамдарға жұмысты жеңілдетіп, тиімділігін арттыра алады деп санайды. Экзоскелет адам денесінде белдікпен ұсталады.

г. *Ғарыш саласында:* бұл топ дамып келе жатқан жаңа технологиялар саласы болған соң материалдарымен танысу қол жетімсіз қиын болып табылады. Оған қазіргі уақытта қозғалысты қиындататын және жеңілдететін екі ұдай мақсаттағы жалғыз экзокостюм жатады. Қозғалыстың

қиындауы ғарышкерлерге халықаралық ғарыш станциясында жеңілдік жағдайында немесе ұзақ ұшу кезінде қажетті физикалық жүктемені алуға мүмкіндік береді. Қозғалыстарды жеңілдету, олардың күші мен амплитудаларын ұлғайту ғарышкерлерде ғана емес, басқа салаларда да (әскери, медициналық, өнеркәсіптік) жер үсті жағдайларында пайдаланылуы мүмкін.

Артықшылықтары: іс-әрекеттің үлкен спектрі, пайдаланудың барлық ықтимал салаларын қамту.

Кемшіліктері: құпиялылық, үлкен құн, бұл экзоскелет әлі де зерттеу және әзірлеу сатысында.

Көрсеткіштер: жеңілдік жағдайында ғарышкерлердің қозғалысын қиындату және салмағын арттыру мақсатында ғарыш саласында қолдануға болады, әлсіз емделушілерде мүгедектерді оңалту үшін, дене жүктемелерін төмендету және әскери қызметшілердің еңбекке қабілеттілігін арттыру мақсатында дені сау әскери қызметкерлерде.

Мәслен: NASA - дан жаңа белсенді экзоскелет-костюм 26 кг салмағы бар жаңа X1 костюмі қозғалысты қиындатады және жеңілдетеді. Қозғалыс қиындықтары ғарышкерлермен жеңілдік жағдайында, жеңілдеу – басқа салаларда (әскери, медициналық, өнеркәсіптік) қолданылады. Бұл экзоскелет әлі де зерттеу және әзірлеу сатысында. Болашақ жақсартулар үлкен қозғалыс еркіндігін қамтамасыз ету үшін тобық пен жамбас аймағындағы қосымша буындарды қамтуы мүмкін. [10, 11, 12]

Конструкция салмағы бойынша:

а. *Аса жеңіл-2 кг дейін*

Артықшылықтары: қолдануға ыңғайлы, емделуші мобильді болады, құрылғыдан шаршамайды, балаларда қолданылуы мүмкін.

Кемшіліктер: пассивті экзоскелеттерде бірдей болады.

Көрсеткіштер: медициналық салада сал ауруы бар пациенттер үшін, мүгедектерді оңалту үшін, әскери салада – еңбекке қабілеттілігін арттыру мақсатында дені сау әскери қызметкерлер үшін қолданылады.

Мәселен: жоғарғы аяқтардың пассивті экзоскелеті "ЭКЗАР-2". Құрылғы салмағы 1-ден 2 кг-ға дейін.

ә. *Жеңілі- 2-ден 10 кг-ға дейін*

Артықшылықтары: қолдануға ыңғайлы, пациент мобильді болады, құрылғыдан шаршамайды.

Кемшіліктер: пассивті экзоскелеттерде бірдей.

Мәселен: аяқтардың пассивті экзоскелеті "К-2", Пассивті экзоскелет қолдарының WREX – Wilmington Robotic Exoskeleton

б. *Орташа салмақ дәрежесі* - 10 – нан 30 кг-ға дейін-пассивті немесе белсенді экзоскелеттер.

Артықшылықтары: күрделі құрастыру құрылғының функционалдық мүмкіндіктері бар.

Кемшіліктері: ауыр конструкцияны ұзақ пайдаланудан шаршау дамуы мүмкін.

Көрсеткіштер: медициналық салада сал ауруы бар пациенттер үшін, мүгедектерді оңалту үшін, әскери салада – еңбекке қабілеттілігін арттыру мақсатында дені сау әскери қызметшілер үшін, өнеркәсіп саласында – қызметкерлердің статикалық жүктемесін төмендету үшін дені сау адамдарда қолданылады.

Мәселен: Hal, Hybrid Assistive Limb (Жапония, Cyberdyne), құрылғының салмағы 23 кг, nas X1 белсенді экзоскелет-костюм, құрылғының салмағы 26 кг.

г. *Ауыр* – 30 кг астам: аяқтарға және экзокостюмдарға арналған белсенді экзоскелеттер.

Артықшылықтары: күрделі дизайн, құрылғының функционалдық мүмкіндіктері көп.

Кемшіліктері: ауыр конструкцияны ұзақ пайдаланудан шаршау мүмкін.

Көрсеткіштер: медициналық салада, әлсіз сал ауруы синдромы бар пациенттер үшін, мүгедектерді оңалту үшін, әскери салада – еңбекке қабілеттілігін арттыру мақсатында дені сау әскери қызметшілер үшін, өнеркәсіп саласында – қызметкерлердің статикалық жүктемесін төмендету үшін дені сау адамдарда, ғарыш саласында – жеңілдік жағдайында ғарышкерлердің қозғалысын қиындату және салмағын арттыру мақсатында қолданылады.

Мәселен: белсенді exoskelet төменгі аяқ REX (REX Bionics, Жаңа Зеландия). Құрылғы салмағы 38 кг. [13, 14, 15, 16]

Функциялар саны бойынша:

а. *Қарапайым мақсаттағы экзоскелеттер:* (қозғалыстарды жеңілдету үшін). Кез келген экзоскелеттер, оларды пайдаланудың басты мақсаты – адамның функционалдық мүмкіндіктерін арттыру.

Артықшылықтары: күш пен қозғалыс амплитудасын күшейту, жоғалған функцияларды қалпына келтіру.

Кемшіліктері: экзоскелеттің түріне байланысты болады.

Көрсеткіштер: медициналық салада әлсіз және сал ауруы бар пациенттер үшін, мүгедектерді оңалту үшін, әскери салада – еңбекке қабілеттілігін арттыру мақсатында дені сау әскери қызметшілер үшін, өнеркәсіп саласында дені сау адамдарда қызметкерлердің статикалық жүктемесін төмендету үшін қолданылады.

Мәселен: Titan Arm жоғарғы аяқтың белсенді экзоскелеті (Пенсильвания университетінің инженер-студенттерінің жобасы). Конструкциясы ықшам, өндірісте арзан (экзоскелет элементтері 3D-принтерде басылған). Жүйе арқаға бекітілетін аккумуляторлардан қоректенеді және кабельдер мен тростардың көмегімен іске қосылады. Құрылғы күш пен қозғалыс амплитудасын күшейтуге, жоғалған функцияларды қалпына келтіруге арналған.

ә. *Екі ұдай мақсаттағы экзоскелет:* (қозғалысты жеңілдетуге және қиындатуға арналған) осы топқа қазіргі кезде қос ұдай мақсаттағы жалғыз экзокостюм жатады қозғалысты қиындататын және жеңілдететін мақсаттар. Қозғалыстың қиындауы ғарышкерлерге халықаралық ғарыш станциясында жеңілдік жағдайында немесе ұзақ ұшу кезінде қажетті физикалық жүктемені алуға мүмкіндік береді. Қозғалыстарды жеңілдету, олардың күші мен амплитудаларын ұлғайту ғарышкерлерде ғана емес, басқа салаларда да (әскери, медициналық, өнеркәсіптік) жер үсті жағдайларында пайдаланылуы мүмкін.

Артықшылықтары: іс-әрекеттің үлкен спектрі, пайдаланудың барлық ықтимал салаларын қамту.

Кемшіліктері: үлкен құны, бұл экзоскелет әлі де зерттеу және әзірлеу сатысында.

Көрсеткіштер: жеңілдік жағдайында ғарышкерлердің қозғалысын қиындату және салмағын арттыру мақсатында ғарыш саласында қолдануға болады; сал ауру синдромы бар емделушілерде мүгедектерді оңалту үшін қолдануға болады, дене жүктемелерін төмендету және әскери қызметшілердің еңбекке қабілеттілігін арттыру мақсатында дені сау әскери қызметшілерде.

Мәселен: NASA - дан жаңа белсенді экзоскелет костюм 26 кг салмағы бар жаңа X1 костюмі қозғалысты қиындатады және жеңілдетеді. Қозғалыс қиындықтары ғарышкерлермен жеңілдік жағдайында, жеңілдеу – басқа салаларда (әскери, медициналық, өнеркәсіптік) қолданылады. Бұл экзоскелет әлі де зерттеу және әзірлеу сатысында. Болашақ жақсартулар үлкен қозғалыс еркіндігін қамтамасыз ету үшін тобық пен жамбас аймағындағы қосымша буындарды қамтуы мүмкін. [10, 11, 12]

Пациенттің ұтқырлығы бойынша:

а. *Мобильдік:* адамға кеңістікте еркін қозғалуға мүмкіндік береді, өйткені құрылғы тікелей адамның денесіне кигізіледі немесе күртеше-жакетке бекітілген.

Артықшылықтары: қозғалуға шектеу жоқ.

Кемшіліктері: аяқтың толық жоғалған функциясы бар тұлғалар үшін қолайлы емес.

Көрсеткіштер: медициналық салада әлсіз сал ауру синдромы бар пациенттер үшін, мүгедектерді оңалту үшін, әскери салада – еңбекке қабілеттілікті арттыру мақсатында дені сау әскери қызметшілер үшін, өнеркәсіп саласында – қызметкерлердің статикалық жүктемесін төмендету үшін дені сау адамдарда, ғарыш саласында – қозғалыстарды қиындату және жеңілдік жағдайында ғарышкерлердің салмағын арттыру мақсатында қолданылады.

Мәселен: АҚШ-тағы Lockheed Martin компаниясы ұсынған пассивті экзоскелет костюм.

ә. *Тіркелген* (стационарлық): осы топтың экзоскелеттерін пайдаланған кезде адамға ыңғайсыз, себебі құрылғы бекітілген орындыққа, мүгедектер креслосына және төсекке.

Артықшылықтары: толық жоғалған аяқ функциясы бар тұлғалар үшін қолайлы.

Кемшіліктер: қозғалудағы шектеулер.

Көрсеткіштер: медициналық салада жоғарғы ендік сал ауруы синдромы бар емделушілер үшін, абилитация және мүгедектерді оңалту үшін қолданылады.

Мәселен: Wilmington Robotic Exoskeleton пассивті экзоскелетінің модель мүгедектер үшін ыңғайсыз мүгедек креслосына бекітілген. [8, 9]

Анықтамаларға ұсынылған толықтырулар мен біз жасаған экзоскелеттердің жіктелуі біздің көзқарасымызша, оларды тұтастай алғанда адам қызметінің бірқатар салаларында жаңа өнім ретінде неғұрлым толық бағалауға, сондай-ақ оларды одан әрі әзірлеудің неғұрлым болашақ бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] J. Park, J. Lee, J. Shin, B. Cho, “Design of a lower limb exoskeleton including roll actuation to assist walking and standing up”, Conf. Humanoid Robot., 2015, pp. 359–364.

[2] S. Hussain, S.Q. Xie, P.K. Jamwal, “Control of a robotic orthosis for gait rehabilitation”, Robot. Auton. Syst. 61(2013) 911–919.

[3] Anama, K. and Al-Jumaily, A. A. “Active Exoskeleton Control Systems: State of the Art”, Procedia Engineer. 41, 988–994, 2012.

[4] Copilusi, C., Ceccarelli, M., and Carbone, G. “Design and numerical characterization of a new leg exoskeleton for motion assistance”, Robotica, 33, 1147–1162, 2015.

[5] Dumitru, N., Copilusi, C., Geonea, I., Tarnita, D., and Dumitrache, I.: “Dynamic Analysis of an Exoskeleton New Ankle Joint Mechanism”, New Trends in Mechanism and Machine Science Mechanisms and Machine Science, Vol. 24, Springer International Publishing, 709–717, 2015.

[6] Geonea, I., Ceccarelli, M., and Carbone, G.: “Design and analysis of an exoskeleton for people with motor disabilities”, in: The 14th IFToMM World Congress, Taipei, Taiwan, 2015.

[7] Li, T., and Ceccarelli, M.: “Design and simulated characteristic sofa new biped mechanism”, Robotica, 33, 1568–1588, 2015.

[8] Copilusi C, Ceccarelli M, Carbone G. “Design and numerical characterization of a new leg exoskeleton for motion assistance”. Robotica, 2014, 33, 1–16.

[9] Weiguang Huo, Samer Mohammed, Juan C. Moreno, and Yacine Amirat, “Lower limb wearable robots for assistance and rehabilitation: A State of the Art”, IEEE Systems Journal, pp. 1-14, 2014.

[10] Gopura RA, Bandara DS, Kiguchi K., “Developments in hardware systems of active upper-limb exoskeleton robots: a review”. Robot Auton Syst 2016; 75: 203–220.

[11] Copilusi C, Ceccarelli M, Carbone G., “Mechanism of a leg exoskeleton for walking rehabilitation purposes”. In: New advances in mechanisms, transmissions and applications, Vol. 17, 2014, pp. 107–114. Dordrecht: Springer.

[12] L. Rao, “Research of Lower-Limb Exoskeleton Walking Rehabilitation Robot”, Shanghai Jiao Tong University, China, 2012.

[13] Y. Xiao, “Construction and kinematics analysis of exoskeleton robots for lower limbs rehabilitation”, Hebei University of Technology, China, 2011.

[14] H. Chen, “Design of Exoskeleton Robot”, Shanghai Jiao Tong University, China, 2013.

[15] J. Li, “Research and Implementation of the Exoskeleton Gait Detection System”, University of Electronic Science and Technology of China, 2013.

[16] L. Chen, “Body design and Gait Planning of Wearable Lower Limbs Rehabilitation Robot”, Xihua University, China 2012.

[17] B. Wang, “Recognition of Exoskeleton Robot Signals for Control”. Shanghai Jiao Tong University, China, 2013.

[18] S. Viteckova, P. Kutilek, and M. Jirina, "Wearable lower limb robotics: A review", Biocybernetics and Biomedical Engineering, vol. 33, no. 2, pp. 96-105, 2013.

[19] Bortole M. “Design and Control of a Robotic Exoskeleton Form Gait Rehabilitation”, Master Thesis, Universidad cartos III DE Madrid, Madrid, 2013.

[20] D. S. Merodio, M. Cestari, and J. C. Arevalo, "A lower-limb exoskeleton for gait assistance in quadriplegia", Robotics and Biomimetics (ROBIO), IEEE International Conference on IEEE, pp.122-127, 2012.

Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ., М. Чеккарелли

Терминология и классификация экзоскелетов

Резюме: в данной статье рассмотрены предпосылки создания и классификация экзоскелетов. Экзоскелеты используются в очень многочисленных областях науки и техники, повышается сфера применения экзоскелетов в медицине и вооружении государства, космической отрасли, промышленности. Очевидно, что в будущем экзоскелеты станут неотъемлемой частью нашей жизни, поэтому мы должны изучить основную информацию о них. Экзоскелет повторяет биомеханику человека, чтобы увеличить сильную пропорцию во время движения.

Ключевые слова: экзоскелет, активные экзоскелеты и пассивные экзоскелеты, медицинское применение, военное применение, космическая отрасль, промышленность, параличи.

ӘОЖ 621.865.8

N.T. Zhetenbaev, G.K. Balbayev, M. Ceccarelli., Zh.N. Issabekov

BRIEF HISTORY OF EXOSKELETONS

Abstract: this article discusses the history and development of exoskeletons. Exoskeletons are used in many areas of science and technology, there are enough interesting applications of exoskeletons in medicine and weaponry countries. In the future exoskeletons may become an integral part of our life, so you need to learn basic information about them. The exoskeleton device, designed to increase man power due to the external frame. The exoskeleton follows the biomechanics of human rights to a proportional increase in effort during the movements.

Key words: exoskeleton, robot, prototype, military and medical appointment.

[1]Н.Т. Жетенбаев, [2]Ғ.Қ. Балбаев, [3]М.Чеккарелли, [4]Ж.Н. Исабеков
([1,4]Қ.И Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[2]Алматы Энергетика және Байланыс Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
[3]Римский университет Tor Vergata, Рим, Италия
*E-mail: nursultan.zhetenbaev@mail.ru)

ЭКЗОСКЕЛЕТТЕРДІ ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ҚЫСҚАША ТАРИХЫ

Аннотация: бұл мақалада экзоскелеттерді құрастыру және дамыту тарихы қарастырылған. Экзоскелеттер ғылым мен техниканың өте көп салаларында қолданылады, медицинада және мемлекетті қаруландыруда экзоскелеттерді қолданудың жеткілікті қызықты салалары бар. Болашақта экзоскелеттер біздің өміріміздің ажырамас бөлігі болады, сондықтан олар туралы негізгі ақпаратты зерттеуіміз керек. Экзоскелет – сыртқы каркас есебінен адам күшін арттыруға арналған құрылғы. Экзоскелет қозғалыс кезінде күшті пропорционал арттыру үшін адам биомеханикасын қайталайды.

Түйін сөздер: экзоскелет, робот, прототип, әскери және медициналық қолданыс.

Экзоскелет – адамзаттың ұзақ уақыт ұмтылып келе жатқан техникалық утопия деуге болады. Ғылым жеткілікті деңгейде дамығанда және алдыңғы қатарлы технологияны қолданған кезде ғана экзоскелетті жасауға болады.

Экзоскелетке ұқсас құжаттандырылған түрдегі ең бірінші технология мен конструкция 1890 ж. өнертапқыш Николай Фердинандовичтің патенттер қатары болып есептеледі. Оның экзоскелеті – «эластипед» солдаттардың жүрісін жеңілдету керек болған. «Эластипед» адам денесіне бекітілетін жоғары қарай қозғалғанда – сатымен көтерілген кезде адамның секірісі мен қозғалысын күшейтуі керек серіппелер жүйесі [1].

Жұмыс прототипі болмағандықтан, ғалымның фантазияларын жылдам ұмытып кетті. Экзоскелеттер туралы жаңа күшпен 70 жылдан кейін бірақ қайтадан айтылды.

Экзоскелеттің бірінші жұмыс прототипін 1960-шы жылдары АҚШ қорғаныс Министрлігінің қолдауымен General Electric компаниясы құрастырған. Hardiman салмағы 680 кг дейін жеткен және 110 кг дейінгі жүкті көтере алған. Оны судың астында, ғарышта және оқтықты, ядролық қаруды тасымалдау үшін пайдаланғысы келген – бірақ іс жүзінде ол жақсы көрсеткіштер көрсете алған жоқ. Қорыта келе жобаны үлкен өлшемі мен салмағы үшін ғана емес, сондай-ақ нақты басқаруы болмағандықтан сәтсіз деп танығ[2].

Экзоскелеттердің әзірлемелері ары қарай жалғасын тапқан. Осындай жабдықтың пайдасын әзірлеушілер қимыл-тірек аппаратында ақауы бар адамдарға көмектесуден және әскери қолданысқа арналған аппараттарды жасау мақсатында байқаған. Әр түрлі уақытта және әр түрлі елдерде өнертапқыштар типі мен конструкциялары әр түрлі экзоскелеттерді жасауға тырысқан, бірақ ұйымдастырушылық кедергілер мен техникалық мәселелердің көп болуына байланысты, ол көбінесе сәтсіз болған.

Шет елдік мамандардың көзқарастары бойынша «әскери істегі жаңа революцияға» бірінші жоспарға келесі ұрыс жүйелер мен органдар шығады: ұшқышсыз ұшатын соққы аппараттары (ҰҰА); ұшақтар – соққылы ҰҰА; арсенал-кемелер; алысқа ұшатын қашықтықтан басқарылатын іске қосу қондырғылары; жеке экипировка құралдарымен, сонымен қатар «экзоскелеттермен» жабдықталған, механикаландырылған жаяу әскер құралдары; ғарыш нысандарымен күресе алатын және ғарыштан жердегі нысаналарды жоя алатын соққы күштері; ақпараттық соғысты жүргізетін өздік органдар [3, 2-6 б.].

Болашақтың жер үсті күштері жоғары оқ қуатына, жедел мобильділікке және қорғанысқа ие болуы керек. Көп үміт беретін әзірлемелердің бірі «экзоскелет» – қуатты жарақ жиынтығы (қару-жарақ, сенсорлы датчиктер, байланыс жүйелері, ақпараттық соғысты жүргізу құралдары) және жалғыз солдатқа 60 км/сағ дейінгі жылдамдықпен ойлы жерлермен жүруге мүмкіндік беретін жеке брондалған мобильді жүйе. Осындай «экзоскелеттермен», сонымен бірге кішкентай ұшақсыз ұшатын аппараттармен және көмекші роботтармен жабдықталған жеке құрам әуеден десантталатын мобильді брондалған жаяу әскер бөлімшелерінің құрамында ұтымды әрекет етеді деген болжам жасалады [4, 5-9 б.].

Ашық басылымдардың хабарламалары бойынша экзоскелеттердің жұмыс істейтін қолданыстағы үлгілері қазіргі уақытта Ресейде, АҚШ, Жапония және Израильде құрылған. Әскери мекеме үшін Ресей мен АҚШ-та ғана әзірленеді.

Америкада экзоскелеттердің екі прототипі бар: Lockheed Martin корпорациясының HULC және Raytheon фирмасының XOS-2.

Human Universal Load Carrier (HULC) – Lockheed Martin танымал компаниясының Berkeley Bionics бірлескен туындысы. Оның негізі – гидравлика және литий-полимер батареялар. Сыртқы каркасты жүктеп, оның көмегімен пайдаланушы 140 кг дейін артық жүкті тасымалдай алады [6].

Raytheon компаниясының XOS-2 ірі жүктерді, мысалы авиация бомбаларын көтеруге, сонымен қатар қолмен кірпіш қабырғаларды бұзуға мүмкіндік беретін сипаттамаларға ие, бірақ бұл экзоскелеттің кемшілігі де бар – ол сыртқы күш кабелінің көмегімен жұмыс істейді [4].

Отандық өнер тапқыш интерн-хирург Вячеслав Литвинов «ТМД-ға 100 идея» халықаралық көрмесіне өзінің Қарағанды медициналық университетінің зертханасында сал ауруына шалдыққандар үшін экзоскелет ойлап тапты. Ол арнайы костюмді Павлодарда өткен Мейкатон марафонына дайындаған. Мүмкіндігі шектеулі жандардың тұрмысын жақсартуға арналған экзоскелетті ойлап табу үшін студенттер аяқ-қолы істемей қалған науқастармен жиі кездесіп, олардың қимылдауына ыңғайлы мүмкіндікті зерттеген. Костюмнің ерекшелігі – науқас өзі жүріп-тұра алады. Студенттер алғашқы костюмді сал ауруына шалдыққан адамға тарту етті. Бағасы 50 мың теңгеден аспайды.

Ал көрші Ресей елінде экзоселеттің дамуы біздің елге қарағанда әлде қайда дамыған.

ЭкзоАтлет (ExoAtlet) деп аталатын ресейлік экзоскелеттің әзірленуімен М.В.Ломоносов атындағы ММУ Механика Институтының негізінде құрылған және Ресейдің ТЖМ тапсырысы бойынша жұмыс істейтін ғалымдар тобы жұмыс істейді. Құтқару мекемесіне апаттық-құтқару жұмыстарын жүргізуді жеңілдету үшін адамның бұлшық ет күшін арттыратын құрылғы қажет болды.

ExoAtlet – бұл негізгі қызметі үлкен ауыр жүктерді тасымалдау болатын адамның қимыл-тірек аппаратын көшіріп қайталайтын бағдарламалық-аппараттық кешен.

Мәскеу Мемлекеттік Университетінде механика Институтында әзірленген экзоскелеттің моделі 2013 ж. кешенді қауіпсіздіктің VI Халықаралық салонында көрсетілген. Авторлар ұжымы өз идеясы үшін «Ең жақсы инновациялық шешімдер» номинациясында алтын медальмен марапатталған. Сол жылы Ресейдің қорғаныс Министрлігімен өткізілген «Инновация күнінде» әскерде қолдануға болатын құрылғының бірінші жұмыс істейтін үлгісі көрсетілген. 2014 ж. «ЭкзоАтлет» жобасы сараптамалық кеңестен сәтті өтіп, «Сколково» Қорының мүшесі дәрежесіне ие болды. Бүгінгі күні «Сколково» бас робототехнигі Альберт Ефимовтың басқаруымен жаңа буын экзоскелеті – «ЭкзоАтлет Альберт» әзірленген [6].

Бірақ ол медицинада қолдануға арналған: аккумуляторлармен жұмыс істейтін құрылғы мүгедек сырқаттың ырғағын береді және ұстап тұрады. Адам мен роботтың интеграциясы жүреді, механика-жанасу өзара әрекеттесу деңгейінді белгілі бір симбиоз жүреді. Бұл мүгедектерге қозғалуға, қимыл-тірек аппаратының жоғалған немесе бұзылған функцияларын дамытуға көмектеседі. Физикалық мүмкіндіктері шектеулі адамдар үшін экзоскелеттің пайдасы бағасыз, себебі олардың көпшілігі осындай инновациялардың арқасында мүгедектерге арналған креслодан бірінші рет тұру мүмкіндігіне ие болады [3].

2016 ж. «Армия-2016» екінші халықаралық әскери-техникалық форумда Оңтүстік-Батыс мемлекеттік уинверситетінде (Курск қ.) әзірленген экзоскелеттің жаңа нұсқасы ұсынылған. Әскери мекеме университет мамандарының әзірлемелеріне қызығушылық танытты және осы салада жаңа жұмыстарды жетекшілік етуге құлшыныс танытты. ОБМУ экзоскелеттер саласында 2014 жылы жұмысын бастады, бұл әзірлемеге ол Ресей ғылыми қорының грантын алды, ол зерттеу үшін жеке лабораторияны ұйымдастыруға және жаңа техниканы құрастыруға мүмкіндік берді. Жұмыстың негізгі бағыттарының бірі мүмкіндіктері шектеулі адамдарды оңалту үшін немесе адамның физикалық сапасын жақсарту үшін арналған биоинженерлік мехатронды құрылғыларды құрастыру мәселелерін зерттеу болды. Осындай мәселелерді шешудің негізгі тәсілі сипаттамалары талап етілетін қажетті кейіптегі экзоскелеттерді жасау болып табылады [6].

Жеңіл және берік материалдардан (кевлар және көміртекті пластик) жасалған үлгілер 100 кг дейін жүкті көтере алады, жүгіре және секіре алады деп жоспарлануда, ал олар джойстик немесе басқа құралдардың көмегінсіз басқарылады деп ойластырылған. «Адам тарапынан қандай да бір қосымша ойша күш талап етпейтін аппарат жасау керек. Барлығы біз өзіміз жүрген сияқты шынайы болуы керек» – деп ОБМУ профессоры, техника ғылымдарының докторы Сергей Яцун айтқан. Осы мәселелерді шешу үшін әзірлем жұмыстарына нейрологтарды қатыстыру жоспарланып отыр: жаңа жоғары моментті жетектер, басқару жүйелері нейрожелілік технологияларға негізделеді. Адамның жүйке жүйесіне интегралданған электродтар экзоскелетті қозғалтады. Бұл мәселе қазіргі уақытта әлі шешілген жоқ, бүкіл әлемде ғалымдар белсенді түрде сонымен айналысуда.

Қорытындылай келе экзоскелеттер төңірегінде ғалымдар шамамен 150 жыл бұрын жұмыс істей бастаған деп айтуға болады – тіпті сол уақытта адамзат адамның физикалық жұмысын жеңілдету жөнінде ойлаған. Қазіргі уақытта экзоскелетті әзірлеу технологиясымен көптеген мемлекеттердің ғалымдары жұмыс істейді. Әскери мекемелер үлкен қызығушылық танытады: болашақтың әскерлері оларға ауыр қару-жарақты көтеруге және алып жүруге мүмкіндік беретін костюмдермен жабдықталады.

Сонымен қатар мүгедектер мен қарт адамдарға ерекше көңіл бөлу керек, себебі олар үшін экзоскелет – қайтадан қозғалу мүмкіндігі болып табылады. Ғылым бір орында тұрмайды, үнемі қозғалыста болады, ал қозғалыс дегеніміз – бұл өмір.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Rupal Baltej Singh., Singla Ashish., Gurvinder Singh Virk., “Lower Limb Exoskeletons: A Brief Review” Conference on Mechanical Engineering and Technology (COMET-2016), 2016., pp. 2-9.

[2] Ergasheva B.I. “Lower limb exoskeletons: brief review.” Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2017, vol. 17, no. 6, pp. 1153–1158.

[3] Somer N. and Nebras H. “A review of Lower limb exoskeletons” Innovative Systems Design and Engineering (IISTE), Vol 7, 2016, pp. 1-12.

[4] Saurav Dhand, Singla Ashish, Gurvinder Singh Virk., “A brief review on human-powered lower-limb exoskeletons”, Conference on Mechanical Engineering and Technology (COMET-2016), IIT (BHU), Varanasi, 2016., pp. 2-8.

[5] Isabekov Zh.N., Kovalchuk A.K., Zhetenbaev N.T., “Lower Limb Exoskeletons: A Brief Review”, The Bullet of KazATC 2019, Vol. 108, No 1., pp. 78-84.

[6] Fedorov A.V., “Brief History of Exoskeletons”, Department of Mechatronics and Robotics, South-West State University, Kursk., pp.71-73.

[7] M. Cenciarini and A. M. Dollar, “Biomechanical Considerations in the Design of Lower Limb Exoskeletons,” IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICoRR), pp.1-6, 2011.

[8] H. Lee, W. Kim, J. Han, C. Han, “The technical trend of the exoskeleton robot system for human power assistance”, Int. J. Precis. Eng. Manuf. 13 (2012) pp. 1491–1497.

[9] Geonea, I., Ceccarelli, M., and Carbone, G.: Design and analysis of an exoskeleton for people with motor disabilities, in: The 14th IFToMM World Congress, Taipei, Taiwan, 2015.

[10] Li, T., and Ceccarelli, M.: Design and simulated characteristic sofa new biped mechanism, Robotica, 33, 1568–1588, 2015.

Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ., М. Чеккарелли., Исабеков Ж.Н.

Краткая история создания экзоскелетов

Резюме: в данной статье рассматривается история создания и развитие экзоскелетов. Экзоскелеты применяются во многих областях науки и техники, существуют достаточно интересные области применения экзоскелетов в медицине и вооружении стран. В будущем экзоскелеты возможно станут неотъемлемой частью нашей жизни, поэтому необходимо изучить базовую информацию о них. Экзоскелет – устройство, предназначенное для увеличения силы человека за счет внешнего каркаса. Экзоскелет повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при движении.

Ключевые слова: экзоскелет, робот, прототип, военное медицинские назначение.

УДК 519.86; 330.46

[1]G.Sh. Mussagulova, [2]K.S. Baisholanova, [3]G. Muratova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
[3]Korkyt Ata Kyzylorda State University
E-mail:gulnur.mussagulova88@gmail.com, baisholanova.k@gmail.com, g.muratova@gmail.com)

USING NEURAL NETWORKS TO MAKE EFFECTIVE INVESTMENT POLICY DECISIONS

Annotation. Currently, artificial neural networks are becoming increasingly common in all spheres of human activity, including in the economy. With the constant variability of the economic and social situation, the forecasting and planning processes play an increasingly important role. With the constant growth of data volumes, their analysis and management of a person become ineffective and costly, which leads to the use of information technologies for their processing. Since some traditional methods are far from always able to offer a satisfactory solution, it seems natural to use intelligent methods, in particular, neural networks.

Neural networks are used to optimize product and cash flows, analyze and summarize sociological surveys, optimize the production process, comprehensive diagnosis of product quality, in forecasting, for conducting marketing research, and in assessing risks. The article shows the method of optimal distribution of investments by the methods of neural networks. The advantages of using neural networks are shown. The article uses terminology, which is typical for

this subject area and for technical sciences in general. A broad review of the literature concerning neural networks in economics is given.

Keywords: optimization method, investment management, neural network, mathematical model.

[1]Г.Ш. Мусагулова, [2]К.С. Байшоланова, [3]Г. Муратова
(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
[3]Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті
E-mail:gulnur.mussagulova88@gmail.com, baisholanova.k@gmail.com, g.muratova@gmail.com)

ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ САЯСАТТЫҢ ТИІМДІ ШЕШІМДЕРІН ҚАБЫЛДАУ ҮШІН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ

Аннотация. Қазіргі уақытта жасанды нейрондық желілер адам қызметінің барлық салаларында, оның ішінде экономикада кеңінен таралуда. Экономикалық және әлеуметтік жағдайдың тұрақты түрде өзгермелілігі шарттарына сәйкес болжау және жоспарлау үдерістері барған сайын маңызды рөл атқарады. Деректер көлемінің үнемі өсуімен, оларды талдау және басқару адамға тиімсіз және қымбатқа түседі, бұл оларды өңдеу үшін ақпараттық технологияларды қолдануға қажеттілігін туындатады. Кейбір дәстүрлі әдістер әрдайым қанағаттанарлық шешім ұсынуға қабілетсіз болғандықтан, интеллектуалды әдістерді, атап айтқанда, нейрондық желілерді пайдалану қажеттілігі туындайды.

Нейрондық желілер өнімді және ақша ағындарын оңтайландыру, әлеуметтік зерттеулерді талдау және жинақтау, өндірісті оңтайландыру, өнім сапасын кешенді сараптау, болжау, маркетингтік зерттеулер жүргізу және тәуекелдерді бағалау үшін қолданылады. Мақалада нейрондық желілер әдістерімен инвестицияларды тиімді бөлу әдісі көрсетілген. Нейрондық желілерді пайдаланудың артықшылықтары көрсетілген. Мақала ол осы пәндік салаға және жалпы техникалық ғылымдарға тән терминологияны пайдаланады. Экономикадағы нейрондық желілерге қатысты әдебиеттерді кеңінен шолу жүргізіледі.

Кілттік сөздер: тиімділеу әдістері, инвестицияны басқару, нейрондық желілер, математикалық модель.

Қазіргі таңда жасанды нейрондық желілер біздің өмірімізде кеңінен қолданысқа енуде және алгоритмдік шешімдердің тиімсіз немесе тіпті мүмкін болмаған жағдайларда белсенді түрде пайдаланылады. Жасанды нейронды желілерді пайдалана отырып әр түрлі мәселерді шеуге болады, оған мысал ретінде мәтінді тану,қор биржасы, интернетте контекстік жарнама, спам сүзгілеу, банк карталарымен күдікті операцияларды тексеру, қауіпсіздік жүйелері бақылау және бейнебақылау т.б. салаларын айтуымызға болады.

Нейрондық желілер - бүгінгі күні информатиканың жасанды интеллект теориясы облысындағы жетістіктер арқасында дамып келе жатқан, танымал және тиімді деректерді өндіру құралдарының бірі[1]. Компьютерлік технологияның жылдам дамуы мамандар болжамдарына сәйкес ақпаратты адамдық миы сияқты бірдей қағидаттарға сәйкес өңдейтін нейрокомпьютерлердің[2], пайда болуының алғышарттарын жасағандықтан, нейрондық желілік технологияларға деген қызығушылық біртіндеп пайдаланушылардың кең ауқымын қамтуда.

Жасанды нейрондық желілер, биологиялық секілді, көптеген қосылыстары бар қарапайым процессорлардың көп саны бар есептеуіш жүйе. Мұндай желілердің құрылысы әдетте биологиялық аналогтардың ұқсастықтарынан ерекшеленетін бірнеше жол көрсетулер мен айтарлықтай жеңілдетулер жасалса да, жасанды нейрондық желілер миға тән қасиеттердің ғажайып санын көрсетіп, тәжірибе жинақтап, маңызды деректерден қажетті ақпаратты алудан тұрады.

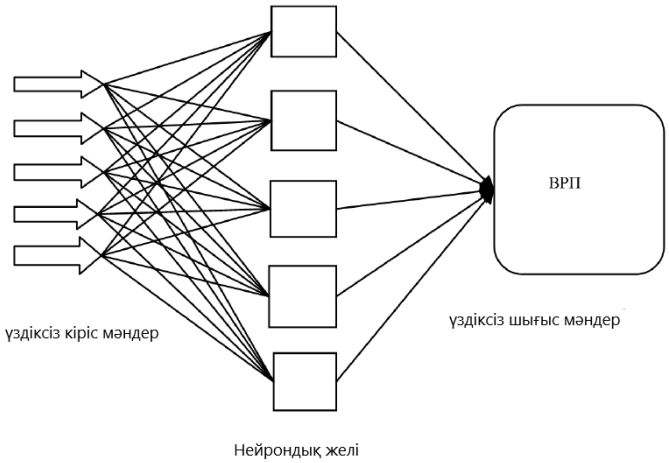
Нейрондық желілер, экономикалық жүйелерді модельдеудің күшті әдісі ретінде өте күрделі тәуелділіктерді шығаруға мүмкіндік береді. Олардың басты артықшылығы - зерттелетін функциялардың сызықты еместігі, яғни қазіргі экономикалық жағдайдың айтарлықтай динамикасы мен өзгермелілігінің аналогы ретінде қарастыра аламыз. Нейрондық желілер өнімді және ақша ағындарын оңтайландыру, әлеуметтік зерттеулерді талдау және жинақтау, өндірісті оңтайландыру, өнім сапасын кешенді сараптау, болжау, маркетингтік зерттеулер жүргізу және тәуекелдерді бағалау үшін қолданылады[3].

Осылайша, осы модельдеу әдісі регрессия жиындарын зерттеу, дисперсиялық талдау, жалпы сызықты және сызықты емес модельдер, сандық қатарларды талдау және т.б. осы секілді әдістерден артықшылықтарға ие және Ю.С. Соловьева басқа авторлармен [4], В.М. Казиев [5] жұмыстарында көрсетілген.

Мысалмен үйрену мүмкіндігі нейрондық желілердің басты ерекшеліктерінің бірі болып табылады. Бұл жағдайда берілген деректер таңдалады, содан кейін деректер құрылымын автоматты түрде қабылдайтын оқу алгоритмі іске қосылады. Зерттелген деректер әртүрлі және айқын емес болуы мүмкін.

Кіріс айнымалылар салмағы белгелі күшке ие болып табылады. Байланыс күші мен салмағы сандық өлшеммен беріледі. Салмақ шамасы неғұрлым көп болса, оның кіріс сигналы күшейе түсуде және, сәйкесінше, желінің шығу нәтижесіне сәйкес келетін кіруге көп әсер етеді.

Нейрондық желінің міндеті бастапқы берілген деректердің негізінде әртүрлі функцияларды сәйкестендіру және біріктіру арқылы кірістер мен шығыс арасындағы ең жақын, жеткілікті қатынастарды құру болып табылады[6]. Нейрондық желінің жалпы схемасы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. Нейрондық желінің жалпы схемасы

Үздіксіз кіріс айнымалыларын келесідей алуымызға болады:

- негізгі капиталдағы инвестициялық салымдар;
- кәсіпорындар мен ұйымдардың саны;
- экономикада жұмысқа қамтудың жылдық орташа саны;
- ғылыми зерттеулер мен өңдеумен айналысатын қызметкерлер саны;
- жыл соңындағы негізгі қордың құны.

Үздіксіз кіріс айнымалылары Кобба-Дугластың өндіріс функциясының теориясы бойынша таңдалады.

D.-E. Бэнстенс және басқа да авторлармен бірге осы бағытта жүргізген зерттеулерін ерекше атап көрсетуге болады[7].Нейрондық желілік модельдеу техникасын қолдану Ю.А. Кузнецова және басқа авторлармен бірге[8] жұмысында кеңінен қарастырылған. Бұл жұмыс Ресей өңірлерінің инновациялық даму ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Жүргізілген талдау бойынша субъектілердің инновациялық белсенділігінің динамикасын және ең маңызды аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді. Жұмыста зерттеу құралы ретінде Statistica пакетінде жүзеге асырылған Кохонен өзін-өзі ұйымдастыру картасы алынған.

Ал Богданова Т.К., Шевгунов Т.Я., Уварова О.М. [9] кәсіпорындардың қаржылық жағдайын болжау үшін жасанды нейрондық желілерді қолдану сипатталған. Эксперименттің нәтижесі бойынша, дұрыс таңдалған жасанды нейрондық желілер үлгісі таңдалған мәселені шешуде жоғары дәлдікті көрсетеді(1-кесте).

1-кесте. **Жасанды нейрондық желілерді болжау үшін пайдалану нәтижесі**

Банкроттық байқалады	Болжамдық банкроттық		Дұрыс болжау пайызы
	жоқ	иә	
Жоқ	228	36	86,4
Иә	34	172	83,1
Жалпы пайыз			85,1

Келесі мақалада[10] қаржы нарығын болжау үшін, атап айтқанда, МБВБ индексін болжау үшін жасанды нейрондық желілерді пайдалануды талқылайды. Сонымен бірге ең оңтайлы желінің моделі таңдалған уақытта қиын экономикалық жағдайға қарамастан, проблеманы шешуді қиындататынына қарамастан, тренд бағытын болжауға мүмкіндік алды.

Кәсіпорындардың экономикалық процестерінің сипатын болжау үшін нейрондық желілердің әртүрлі үлгілері қолданылады. Зерттеуде қаралған модельдердің қысқа мерзімде ұсынған сандық қатарларының жақындауының жоғары дәлдігін көрсетті. Нәтижелер кәсіпкерлік субъектілерінің айтарлықтай экономикалық тиімділігін алу мүмкіндігін жүзеге асырады[3].

Осы мақалада жүргізілген нақты экономикалық проблемаларды шешуде нейрондық желілерді пайдалану мүмкіндіктерін зерттеу бойынша жасанды нейрондық желілер кең ауқымды мәселелерді шешуде үлкен әлеуетке ие екендігін көре аламыз[11-15]. Атап айтсақ, үнемі өзгеріп отырған экономикалық жағдайда компаниялардың қызмет сапасын жақсартуға және оңай бейімдеуге мүмкіндік беретін адамдық ойлау мен эвристиканы қолдануға, сонымен қатар нейрондық желілермен ауыстырылатын адам еңбегінің құнын төмендетуге мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта жасанды нейрондық желілерді кейбір қызметтің белгілі бір бағыттарында қолданылуын шектейтін бірқатар ірі кемшіліктер бар, бірақ олардың бірқатар ірі корпорациялар тарапынан жүргізілген жылдам дамуын ескерсек, оларды жақын арада жоюға болады. Нейрондық желілерді жетілдіру қарқындылығының арқасында жасанды интеллект саласындағы инвестициялар көлемі жылдан жылға артуда. Қорыта келе, жасанды нейрондық желі экономика саласының инвестициялық саясаттың шешімдерін қабылдауда есептерінде тиімділігін арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Терехов В.И., Жуков Р.В. Методика подготовки данных для обработки импульсными нейронными сетями // Нейрокомпьютеры:разработка, применение. 2017. №2. С. 31-36.

[2] Чаркин Е.И. Стратегическое развитие информационных технологий и связи // Автоматика, связь, информатика. 2017. №4. С. 2-5.

[3] Головицына М.В. Информационные технологии в экономике: учебное пособие. – М.: ИНТУИТ, 2012. - 403 с.

[4] Соловьева Ю.С., Грекова Т.И. Моделирование экономических процессов с применением нейросетевых технологий // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2009. № 3. С. 49–57.

[5] Казиев В.М. Введение в системный анализ и моделирование. М.: Интернет-Университет информационных технологий, 2013. 475 с.

[6] Halberstam N.M., Baskin I.I., Palyulin V.A., Zefirov N.S. [Neural networks as a method for elucidating structure-property relationships for organic compounds]. Uspekhi khimii = Russian Chemical Reviews, 2003, vol. 72, no. 7, pp. 706–727. (In Russ.)

[7] Бэстенс Д.-Э., Ван ден Берг В.-М., Вуд Д. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях. М.: ТВП, 1997. 236 с.

[8] Кузнецов Ю.А., Перова В.И., Эйвазова Э.Н. Нейросетевое моделирование динамики инновационного развития регионов Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2014. Т. 12. Вып. 4. С. 18–28.

[9] Богданова Т.К., Шевгунов Т.Я., Уварова О.М. Применение нейронных сетей для прогнозирования платежеспособности российских предприятий обрабатывающих отраслей // Бизнес-информатика. 2013. №2 (24). [Электронный ресурс]

[10] Смирнов М. Прогнозирование фондового рынка с использованием нейронных сетей. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. – URL:https://geektimes.ru/post/279170.

[11] Geoff Renshaw. Maths for Economics. New York, Oxford University Press, 2005, pp. 516–526.

[12] Dyusembaev A.., Grishko M.Construction of a Correct Algorithm and Spatial Neural Network for Recognition Problems with Binary Data. COMPUTATIONAL MATHEMATICS AND MATHEMATICAL PHYSICS, Vol.: 58 No.: 10 p..: 1673-1686, 2018

[13] Dyusembaev A.., Grishko M.On Correctness Conditions for Algebra of Recognition Algorithms with - Operators over Pattern Problems with Binary Data. DOKLADY MATHEMATICS Vol.: 98 No. 2 p..: 421-424, 2018.: 236-239

[14] Dyusembaev A., Kaliazhdarov D. On exact solutions of recognition problems based on the neural-network approach.DOKLADY MATHEMATICS Vol. 91,No. 2,p.236-239, 2018

[15] Dyusembaev A. An approach to the solution of recognition problems using neural networks. DOKLADY MATHEMATICS , Vol.: 95, No.: 2 p..: 125-128, 2018

Мусагулова Г.Ш., Байшоланова К.С., Муратова Г.

Использование нейронных сетей для принятие эффективных решений инвестиционный политики

Резюме. В статье показан метод оптимального распределения инвестиций методами нейронных сетей. Показаны преимущества применение нейронных сетей. В статье используется терминология, характерна для данной предметной области и для технических наук в целом. Приведен широкий обзор литературы, касающейся нейронных сетей в экономике.

Ключевые слова: метод оптимизации, управление инвестициями, искуственные нейронные сети, математическая модель.

Мусагулова Г.Ш., Байшоланова К.С., Муратова Г.

Using neural networks to make effective investment policy decisions

Summary. The article shows the method of optimal distribution of investments by the methods of neural networks. The advantages of using neural networks are shown. The article uses terminology, which is typical for this subject area and for technical sciences in general. A broad review of the literature concerning neural networks in economics is given.

Keywords: optimization method, investment management, neural network, mathematical model.

R. Bektemirov
(Faculty of Engineering and Natural Sciences, Suleyman Demirel Univercity, Almaty, Kazakhstan
E-mail: 171107002@stu.sdu.edu.kz)

OVERVIEW OF SOFTWARE TOOLS AND PROGRAMMING LANGUAGES FOR BIG DATA ANALYSIS

Abstract. Big data is defined as a large amount of data that requires new technologies and architectures, so that it becomes possible to extract value from them using the capture and analysis process. Because of such a large amount of data, it becomes very difficult to perform an effective analysis using existing traditional methods. Big data, because of their various properties, such as volume, speed, diversity, variability, value and complexity, pose many challenges. Since big data is a recent technology on the market that can bring huge benefits to business organizations, it becomes necessary for the analysis tools to be as efficient as possible. This article explores various tools for analyzing big data and compares these tools. The final part contains a table comparing the characteristics of software tools.

Keywords: big data tools, Hadoop, big data analysis, tools comparison, cloud big data tools

Р.И. Бектемиров
(Факультет инженерии и естественных наук, университет им. Сулеймана Демиреля,
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: 171107002@stu.sdu.edu.kz)

ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Аннотация. Большие данные определяются как большой объем данных, для которого требуются новые технологии и архитектуры, так что становится возможным извлекать из них ценность с помощью процесса захвата и анализа. Из-за такого большого объема данных становится очень трудно выполнять эффективный анализ с использованием существующих традиционных методов. Большие данные из-за их различных свойств, таких как объем, скорость, разнообразие, изменчивость, ценность и сложность, ставят много задач. Поскольку большие данные представляют собой недавно появившуюся на рынке технологию, которая может принести огромные выгоды бизнес организациям, становится необходимым, чтобы инструменты для анализа были максимально эффективные. В этой статье рассмотрены различные инструменты для анализа больших данных и проведено сравнение этих инструментов. В заключительной части приведена таблица со сравнением характеристик программных инструментов.

Ключевые слова: big data tools, Hadoop, big data analysis, tools comparison, cloud big data tools

ВВЕДЕНИЕ

Большие данные (Big Data) - это большой пул данных, который можно собирать, передавать, агрегировать, хранить и анализировать. Этот факт сделал большие данные привлекательной областью для ученых-исследователей в инновационной практике применения алгоритмов для анализа сложного и неструктурированного пула данных.

Для того, чтобы в полной мере оценить и проанализировать большие данные, исследователи, работающие с данными, должны иметь определенный вид знаний и использовать мощные языки и инструменты для анализа.

Поэтому актуальными являются исследования, связанные с обзором и анализом доступных языков программирования и статистических инструментов, аналитических решений и приложений визуализации в области анализа больших данных.

ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ

Существует множество аналитических инструментов для больших данных; их можно разделить на три группы, языки программирования, статистические решения и средства визуализации [1]. Выбор одного или нескольких из них зависят от опыта в программирование и знаний в анализе данных.

На рынке доступно множество платформ для обработки больших данных, некоторые из них с открытым исходным кодом, такие как Apache Hadoop и SciDB, а другие являются проприетарными платформами и принадлежат таким компаниям, как Google, IBM, Amazon и Microsoft [1].

В зависимости от особенностей этих платформ, многие платформы были реализованы в облаке (Google AppEngine, Microsoft Azur, Amazon EC2); у каждого из этих решений есть свои собственные способы решения задач анализа больших данных (хранение данных, аналитика, машинное обучение и реализация).

В таблице 1 представлено сравнение между известными облачными платформами для работы с большими данными.

Таблица 1. **Сравнение облачных платформ анализа больших данных**

Параметры	Amazon	Microsoft	Google
Хранилище для данных	S3	Azure	Google cloud services
Аналитика больших данных	Elastic	MapReduce (Hadoop)	Hadoop on Azure BigQuery
Реляционные базы данных	MySQL или Oracle	SQL Azure	Cloud SQL
NoSQL база данных	DynamoDB	Table storage	AppEngine Datastore
MapReduce	Elastic MapReduce (Hadoop)	Hadoop on Azure	AppEngine
Потоковая обработка	Нет потоковой обработки	Streaminsight	Search API
Машинное обучение	Hadoop+Mahout	Hadoop+Mahout	Prediction API
Источники данных	Публичные наборы данных	Windows Azure marketplace	Несколько наборов данных с примерами
Доступность	Public	Некоторые сервисы в бета-тестировании	Некоторые сервисы в бета-тестировании

Языки программирования. Для анализа больших данных используется несколько языков программирования и их можно разделить на две группы:

– языки высокого уровня;

– языки низкого уровня.

Уровни языков программирования определяются аналитическим использованием этих языков.

В языках программирования высокого уровня есть много функций для решения аналитических задач.

Python является одним из самых известных языков программирования для анализа данных. Интерактивная природа этого языка и его научные системные библиотеки делают его предпочтительным для разработки аналитических программ и изучения скрытых фактов в наборах данных [2].

Ориентируясь на научное компьютерное сообщество, легко заметить, как увеличивается использование языка Python (начиная с начала 2000 года), в обеих отраслях: создание аналитических приложений и академических исследованиях [3].

Язык R. R – универсальный язык программирования с открытым исходным кодом. Это язык для статистического анализа и анализа данных [4]. В системе R можно сделать любой вид статистического

вычисления с помощью функционального синтаксиса или программного кода с очень мощными средствами отладки. Этот язык имеет интерфейсы со многими языками программирования. Итоговая статистика может быть отображена с использованием графических инструментов R высокого уровня[5-6].

Программное обеспечение SAS (и язык программирования) является известным и распространенным решение для доступа, преобразования и анализа данных с использованием гибкого, расширяемого веб-интерфейса [7-8].

Аналитическая платформа SAS состоит из множества аналитических приложений, которые формируют структуру платформы, и делает ее полезным инструментом для ученых в области анализа больших данных [8-11].

MS SQL Server - очень известное решение для традиционных реляционных баз данных, и имеет очень хорошие инструменты для создания диаграмм ERD, а также для оптимизации запросов с использованием графического инструмента.

MS SQL Server имеет интегрированную Analysis Service, которая имеет тесную связь с Tabular Model, Multidimensional Model и стеком Microsoft BI. Есть также три основные службы для бизнес-аналитики в MS SQL Server:

– Служба интеграции SQL Server (SSIS) для сбора данных.

– Служба анализа SQL Server (SSAS) для анализа данных.

– Служба представления SQL Server (SSRS) для просмотра данных (визуализация).

Microsoft SQL Server имеет встроенный интерфейс для объединения с Apache Hadoop (SQL Server Hadoop connector), который является интерфейсом на основе Sqoop;

Основной целью проектирования этого коннектора является обеспечение эффективного инструмента для передачи данных между SQL Server и Hadoop [12].

Apache Hadoop - это набор программного обеспечения с открытым исходным кодом, который использует преимущества компьютерных кластеров для хранения и обработки огромного количества данных. Hadoop состоит из двух частей: хранилище - HDFS и обрабатывающая часть - парадигма программирования MapReduce.

HDFS - это распределенная, масштабируемая и переносимая файловая система, написанная на Java. HDFS позволяет хранить большие файлы на нескольких машинах. Она обеспечивает надежность путем репликации данных на другие узлы данных, что вызывает избыточность.

MapReduce позволяет писать приложения для параллельной обработки огромных объемов данных на больших кластерах. MapReduce разбивает работу на независимые порции, которые обрабатываются задачами MapReduce параллельно.

Apache Spark - это унифицированный аналитический движок для крупномасштабной обработки данных. Spark предоставляет интерфейс для программирования целых кластеров с неявным параллелизмом данных и отказоустойчивостью. Spark обеспечивает ту же масштабируемость и устойчивость, что и MapReduce, но работает быстрее для определенного приложения благодаря другому представлению об абстракции данных и многофункциональному API.

Apache Solr - поисковая платформа с открытым исходным кодом. Она широко используется для полнотекстового поиска и аналитики. Solr предлагает отличные возможности фильтрации и агрегирования через фасетирование.

Иногда высокоуровневой информационной платформы недостаточно для решения конкретной аналитической задачи и нужно перейти на более низкий уровень работы со статистическими данными. Особенно это становится заметно для программного кода на языках высокого уровня, когда он работает медленнее, чем код, написанный на скомпилированных языках, таких как Java или C ++.

Есть много программных средств для проведения статистического анализа, таких как SPSS, STATA, MiniTab, Statistica ... и т.д.

STATA - это очень надежное решение, но обычному пользователю нелегко работать с этим программным продуктом. Более удобным в этом плане является SPSS, потому что программа очень легкая в изучении и использовании.

SPSS - программный продукт Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Текущая версия этого программного обеспечения называется «IBM SPSS Statistics» [13].

Таблица 2 иллюстрирует основные особенности между программным обеспечением для статистического анализа (SPSS, STATA, MINITAB и STATISTICA).

Таблица 2. **Сравнительный анализ программного обеспечения для статистического анализа**

Характеристика	SPSS [13], [14]	STATA [15]	MiniTab [16], [17	Statistica
Сфера использования	Прост в использовании через GUI	Использование путем набора команд и меню Требуется кодирования для некоторого типа задач Требует знаний статистики	Требует знаний статистики, но некоторые задачи решаются при помощи Мастера	Требует хорошие знания статистики
Обучение	Легок в обучении	Дольше чем для SPSS.	Труден в обучении	Труден в обучении
Языков скриптов	R, Python, SaxBasic.	Ado, Mata	R, Statistica Visual Basic (SVB)	
Регрессия	OLS, WLS, 2SLS, NLLS, Logistic, GLM, Stepwise.	OLS, WLS, 2SLS, NLLS, Logistic, GLM, LAD, Stepwise, Quantile, Probit, Cox, Poisson, MLR.	OLS, WLS, NLLS, Logistic, Stepwise.	OLS, WLS, 2SLS, NLLS, Logistic, GLM, LAD, Stepwise, Probit, Cox, Poisson, MLR.
Анализ временных рядов	ARIMA	ARIMA, GARCH, Unit root test, Cointegration test, VAR, Multivariate, GARCH	ARIMA	ARIMA

Инструменты визуализации. Для визуализации результатов и наблюдений исследователи могут использовать любое программное обеспечение из рассмотренных ранее, которые имеют пакет визуализации, такие как Python, R, SAS, Julia или MATLAB. Но есть и другие решения, специально ориентированные на визуализацию такие, как Tableau, Qlikview, Spotfire, Congos, D3, Protovis .и т.д.

С помощью программного обеспечения Tableau можно визуализировать любые данные. Действительно Tableau – это удобный, удивительный и эффективный инструмент для визуализации данных [1].

D3 (Data-Driven Documents). Для веб-визуализации D3 является лучшим выбором. D3 использует определенный инструментарий который позволяет манипулировать DOM (Document Object Model). Это интегрированное решение с инструментарием для разработчиков.

Таблица 3. **Сравнение инструментов визуализации**

Features	Tableau [18], [19]	Qlikview [20], [21]	Spotfire
Скорость визуализации	Высокая	Выше средней	Хорошая
Интеграция данных	Отличная	Хорошая	Хорошая
Моделирование и аналитика	Отличная	Хорошая	Отличная
Многомерный куб	Хорошая	None	Average
Отображение	Хорошая	Средняя	Хорошая
Поддержка Pivot Support	Хорошая	Нет	Нет
Качество визуализации	Высокая	Хорошая	Хорошая

В таблице 2 приведено сравнение между программными продуктами SPSS, STATA, MiniTab, и Statistica показывает, что STATA является лучшим статистическим программным обеспечением, но он не прост в использовании и требует хороших знаний программирования и статистики. Поэтому, для неопытных пользователей, более предпочтительным является SPSS.

Для наиболее известных профессиональных решений для визуализации (Tableau, Qlikview и Spotfire), проведено сравнение их особенностей в таблице 3. Из проведенного анализа следует, что Tableau является наиболее оптимальным для использования обычными пользователями при анализе и визуализации данных.

Сравнение инструментов веб-визуализации (рис.1) D3, Protovis, Flash подтверждает, что D3 быстрее в два раза, чем в Protovis и более чем в три раза, чем в Flash [22].

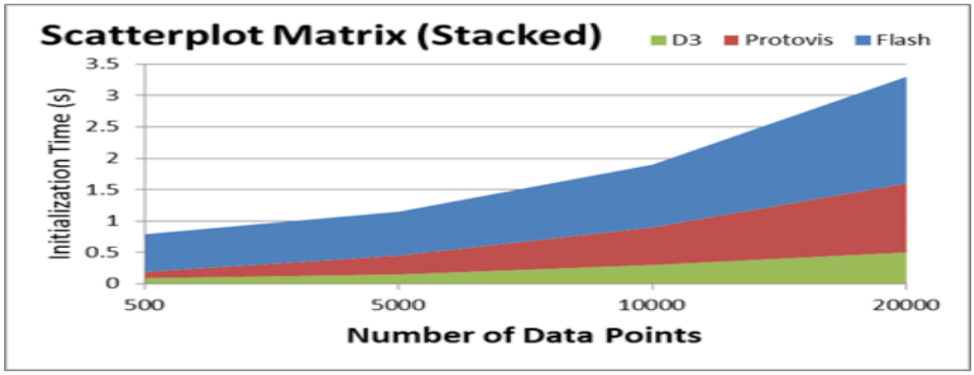


Рис. 1. Сравнение инструментов веб-визуализации

РЕЗУЛЬТАТ

Согласно опросу KDnuggets (2016), когда проводилось сравнение процента использования аналитиками всех аналитических инструментов и программного обеспечения, было выявлено, что основными языками для анализа данных, Data Mining и Data Science являлись R, SAS, Python и SQL (таблица 4). Эти проценты показывают, что пользователи SAS не используют языки R и Python в своих исследованиях, в то время как комбинация между R и Python являются наиболее оптимальными для анализа данных.

Таблица 4. **Сравнение процента использования языков и инструментов анализа данных**

	Процент использования
R	49%
SAS	36.4%
Python	35%
SQL	30.6%
R и Python	20%
R и SQL	22%
Python и SQL	13%
R и SAS	6.8%
Python и SAS	7%
R и Python и SQL	10%
R и Python и SAS	2%

Также сочетание этих трех инструментов (R, Python и SQL Server) лучше, чем другой набор инструментов (R, Python и SAS).

Хотя R и Python похожие языки, но есть некоторые различия, описанные в таблице 5.

Таблица 5. **Сравнение языков R и Python**

Характеристика	Python	R
Библиотеки	NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib, Scikit Learn и др..	Более 7500 библиотек.
Компилятор	Интерпретируемый язык	Интерпретируемый язык
Обучение	Легок в изучени	Труден в изучении
IDE	PyCharm, Spyder, Anaconda	RStudio, Red-R
Скорость	Медленнее R	Быстрая обработка, особенно после оптимизации алгоритмов вычислений.
Визуализация	Библиотеки Pandas, ggplot	ggplot2, ggvis, rgl, htmlwidgets и googleVis.

В этом сравнении легко заметить, что R - лучший выбор. Но необходимо отметить, что другие инструменты иногда лучше для непрофессиональных пользователей или для тех, у кого нет опыта программирования.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то, что язык R имеет ряд преимуществ перед остальными инструментами анализа больших данных, это не отменяет необходимость существования остальных инструментов. В некоторых случаях другие инструменты анализа больших данных имеют преимущества. Можно с уверенностью сказать, что различные задачи требуют различных подходов и инструментов. И, несмотря на объективную полезность языка R в сравнении мы видим, что в определенных моментах проприетарное ПО может быть гораздо удобнее и проще в использовании.

ЛИТЕРАТУРА

[1] T. Siddiqui and M. Al Kadri, “Big data analytics on the cloud”, 2015, International Journal of Emerging

[2] Technologies in Computational and Applied Sciences (IJETCAS), pp. 61–66.

[3] C. L. P. Chen and C. Zhang, “Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies : a survey on big data”, vol. 275, 2014, Information Sciences, pp. 314–347.

[4] F. Pedregosa, G. Varoquax, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg, and M. Brucher, “Scikit-learn: machine learning in python”, vol. 12, 2011, Journal of Machine Learning Research, pp. 2825–2830.

[5] W. McKinney, “Python for data analysis”,1st ed., 2013, O’Reilly Media Inc., pp.453.

[6] D. Rotolo and L.Leydesdorff, “Matching medline / pubmed data with web of science: a routine in r language”, vol. 66, no. 10, 2015, Journal of the Association for Information Science and Technology, pp. 2155–2159.

[7] N. Matloff, “Art of r programming”, 1st ed., 2011, No Starch Press, Inc., pp.373.

[8] D. Toomey, “R for Data Science”, 1st ed., 2014, Packt Publishing, pp.347.

[9] D. Gervais, E.Derclaye “The scope of computer program protection after sas : are we closer to answers ?”, vol. 34,2012, European Intellectual Property Review, pp. 565– 572.

[10] SAS Institute Inc., “SAS 9.4 intelligence platform: data administration guide”, 5th ed., 2015, SAS Institute Inc., pp.407.

[11] SAS Institute Inc., “Getting Started with SAS Enterprise Miner™ 14.1”,1st ed., 2015, SAS Institute Inc., pp.94.

[12] SAS Institute Inc., “SAS Forecast Server”, 1st ed., 2015, SAS Institute Inc., pp4.

[13] SAS Institute Inc., “SAS ® Model Manager”, 1st ed., 2015, SAS Institute Inc., pp4.

[14] D. Sarkar, “Microsoft Sql Server 2012 with Hadoop”, 1st ed., 2013, Packt Publishing, pp.83.

[15] IBM, “IBM SPSS statistics 21 brief guide”, 1st ed., 2012, IBM Corp., pp.158.

[16] K. McCormick and J. Salcedo, “SPSS statistics for dummies”, 3rd ed., 2015, John Wiley & Sons, Inc., pp.370.

[17] Stata Corp, “Stata user’s guide”, 1st ed., 2013, Stata Press, pp.409.

[18] Newton, “Minitab cookbook”, 1st ed., 2014, Packt Publishing, pp.321.

[19] R. M. Khan, “Problem solving and data analysis using minitab. a clear and easy guide”, 1st ed., 2013, John Wiley & Sons, Inc., pp.469.

[20] Ohmann and M. Floyd, “Creating data stories with tableau public”, 1st ed., 2015, Packt Publishing, pp.195.

[21] J. Stirrup, “Tableau dashboard cookbook”, 1st ed., 2014, Packt Publishing, pp.322.

[22] S. Redmond, “QlikView for developers cookbook”, 1st ed., 2013, Packt Publishing, pp.272.

Бектемиров Р.И.

Үлкен деректерді талдау үшін бағдарламалық құралдар мен бағдарламалау тілдерін шолу

Түйіндеме.. Бұл мақалада үлкен деректерді талдау үшін түрлі құралдар қарастырылған және осы құралдарды салыстыру. Қорытынды бөлімде сипаттамаларды салыстыру кестесі келтірілген.

УДК 006.07(071)

T. Barmenkulova
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: t.barmenkulova@king.kz)

SWOT ANALYSIS OF THE ST RK ISO 21500-2014 “PROJECT MANAGEMENT GUIDELINES” STANDARD

Abstract. This article provides a brief description of Project Management and Project Management Standards. The main standards have analyzed - ST RoK ISO 21500-2014 and PMBOK (Project Management Body of Knowledge). Conducted a brief SWOT analysis of the standard ISO 21500 2014. Recommendations are adduced on the use of ST RoK ISO 21500-2014 for educational purposes. The necessity of applying ST RoK ISO 21500-2014 at the enterprise has been identified and justified.

Key words: ST RoK ISO 21500-2014, project management, PMBOK, process approach, standard structure, SWOT analysis

Т.А. Барменкулова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы
t.barmenkulova@king.kz)

SWOT АНАЛИЗ СТАНДАРТА СТ РК ISO 21500-2014 «РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ»

Аннотация В статье приведено краткое описание проектного менеджмента и стандартов по управлению проектами. Проанализированы основные стандарты - СТ РК ISO 21500-2014 и PMBOK (Project Management Body of Knowledge). Проведен краткий SWOT анализ стандарта ИСО 21500 2014. Приведены рекомендации по использованию СТ РК ISO 21500-2014 в учебных целях. Выявлена и обоснована необходимость применения СТ РК ISO 21500-2014 на предприятии.

Проекты являются неотъемлемой частью жизни всех современных компаний. В целях поддержания своей деятельности и дальнейшего развития, компании постоянно реализуют проекты различных масштабов.

Под «Проектом» понимают временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата [1].

Реализация проекта представляет собой многообразие процессов, происходящих при этом, как совокупность социальных, технических, организационных, экономических проектов [2].

Для успешной реализации проекта в установленных границах - необходимо управлять проектом. Эффективная система управления проектами в большой степени является гарантом успешности реализации того или иного проекта компании.

В настоящее время разработан комплекс стандартов проектного менеджмента, определяющих требования к процессам управления проекта, а также к квалификации менеджера и других участников проектных команд. Большинство развитых стран имеют свои национальные стандарты по управлению проектами, так, например, в Европейских странах популярностью пользуется стандарт - IPMA, International Project Management Association, в США – PMBOK, в Индии – CEPM, в Японии – P2M. С недавнего времени и в Республике Казахстан (РК) появился пока единственный в сфере проектного менеджмента стандарт – «СТ РК ISO 21500-2014 Руководство по управлению проектами», принятый в ноябре 2014 года, но введенный в действие 1 января 2016 года. Основой для стандарта «СТ РК ISO 21500-2014» стал стандарт PMBOK (Project Management Body of Knowledge).

Таблица 1 - **SWOT анализ стандарта ИСО 21500 2014**

S (Strengths)- Сильная сторона	**W (Weaknesses) – Слабая сторона**
1 Авторитет разработчика стандарта; 2 Национальный стандарт РК; 3 Процессный подход; 4 Общепринятые термины проектного менеджмента; 5 Унификация процессов проектного менеджмента; 6 Краткое руководство по управлению проектами; 7 Классификатор процессов проектного менеджмента по управленческим и предметным группам; 8 Указатель входных и выходных данных; 9 Новый процесс проектного менеджмента;	1 Отсутствие детальных требований к компетенции проектной команды; 2 Обзорное описание требований к процессам проектного менеджмента; 3 Отсутствие описания техники и инструментов, применимых в проектном менеджменте;
O (Opportunities) – Возможности	**T (Threats)– Угрозы**
1 Сертификация проектного менеджмента; 2 Применение при подготовке учебных программ и курсов повышения квалификации;	1. Недостаточная популярность.

PMBOK разработан Институтом управления проектами **PMI** (Project Management Institute) из США — всемирной некоммерческой профессиональной организацией по управлению проектами. Эта организация не только выпускает стандарты в области проектного управления, но и организовывает

сертификацию специалистов по управлению проектами, выдавая им **сертификат PMP** (Project Management Professional).

Руководство PMBOK знакомит с ключевыми понятиями и терминами в области управления проектами, определяет 10 областей знаний проектного управления, жизненный цикл проекта, группы процессов и процессы (в том числе входы, выходы и активности в рамках конкретного процесса), определяются внешние и внутренние организационные факторы, окружающие проект или оказывающие влияние на его успех, методы и методики, применяемые в рамках отдельных областей знаний по управлению проектами. PMBOK является основным стандартом по управлению проектами в США и некоторых других странах (в России, Украине и Белоруссии данный стандарт носит рекомендательный характер) [3].

Стандарт ИСО 21500 2014 в сравнении с PMBOK является относительно новым стандартом в плане внедрения и применения в проектном менеджменте.

Для наилучшего понимания стандарта и определения его сильных и слабых сторон, проведен SWOT анализ стандарта ИСО 21500 2014.

Сильные стороны: Авторитет автора стандарта. ИСО – это старейшая и самая мощная международная организация по стандартизации, охватывающая 21 тысячу международных стандартов практически во всех сферах бизнеса и технологии. Как лидер стандартизации мирового уровня, ИСО способна интегрировать любой свой новый стандарт в общую систему стандартов ISO;

Национальный стандарт РК. Для РК данный стандарт является новым в сфере проектного менеджмента, что является хорошим стартом для работ по проектному менеджменту на национальном уровне в сфере технического регулирования;

Процессный подход. Стандарт «СТ РК ISO 21500-2014» имеет значительное преимущество в части интеграции в действующую систему предприятия, основанной на стандарте «СТ РК ИСО 9001:2016». Это можно объяснить тем, что многие стандарты, разработанные Международной организацией по стандартизации (ISO) имеют процессный подход, позволяющий успешно внедрять на одном предприятии одновременно сразу несколько стандартов;

Общепринятые термины проектного менеджмента. Применение общепринятых определений позволяет менеджерам проекта «говорить на одном языке» с учетом имеющихся знаний и использования различных стандартов проектного менеджмента;

Унификация процессов проектного менеджмента. Все процессы проектного менеджмента обобщены в 5-ти основных группах процессов управления проектами, что делает стандарт достаточно удобным при использовании;

Самое краткое руководство по управлению проектами. Ввиду большой схожести во многих разделах с международным стандартом PMBOK (Project Management Body of Knowledge), стандарт ИСО 21500 можно считать относительно краткой версией PMBOK. Сопоставимое количество страниц PMBOK - около 800 страниц против стандарта ИСО 21500 в 50 страниц;

Классификатор процессов проектного менеджмента по управленческим и предметным группам. Удобная классификация процессов проектного менеджмента по управленческим и предметным группам, который можно использовать в качестве сокращенного поисковика необходимой информации;

Указатель входных и выходных данных. В стандарте ИСО 21500 учтены и кратко описаны основные входные и выходные данные для реализации процессов проектного менеджмента, что позволяет разрабатывать и применять требуемые документы для каждого процесса проектного управления;

Сохранение накопленного опыта. Описание нового процесса проектного менеджмента - Сохранение накопленного опыта. Данный процесс позволяет изучать накопленную информацию за проект как обязательной составляющей в процессе закрытия проекта [4].

Слабые стороны: Отсутствие детальных требований к компетенции проектной команды. Требования к квалификации менеджеров проекта всегда являются основополагающим для успешной реализации проектов;

Обзорное описание требований к процессам проектного менеджмента. Достаточно обзорно описаны требования к процессам проектного менеджмента, что недостаточно для применения начинающим менеджерам проектов. Так же следует отметить, что тема управления рисками проекта затронута достаточно обзорно и не может служить в качестве фундаментального знания в проектах;

Отсутствие описания техники и инструментов, применимых в проектном менеджменте. Как и в предыдущем пункте, данное отсутствие влечет за собой невозможность применения и

параллельного использования дополнительных источников информации начинающим менеджерам проектов.

Возможности: Сертификация проектного менеджмента. Сертификация систем менеджмента компаний довольно распространненная процедура. Сертификация проектного менеджмента позволит организациям управлять проектами в соответсвии с установленными требованиями. Учитывая, что приводимые требования в стандарте являются общепризнанными на международной арене управления проектами, то применение их в работе должно обеспечить качественное выполнение проектов;

Применение при подготовке учебных программ и курсов повышения квалификации. Направление проектного менеджмента зачастую затрагивает многие специальности, ввиду чего, применение данного стандарта для обязательного изучения в учебных курсах даст отличную возможность по улучшению навыков и знаний студентов.

Угрозы: Недостаточная популярность. Область управления проектами достаточна популярна. Создаваемые сообщества по управлению проектами создают собственные стандарты проектного менеджмента. У организации ISO раннее был уже опыт разработки стандартов в области проектного менеджмента - ISO 10006 «Управление качеством в проектах», но данный стандарт не имел соответствующего успеха в сравнении с другими стандартами ISO, поэтому широкое использование СТ РК ИСО 21500 2014 остается под вопросом [5].

Проведенный SWOT анализа стандарта СТ РК ИСО 21500 2014 наглядно показывает наличие достаточного количества сильных сторон чтобы признать, что данный стандарт имеет все шансы стать современной методологией по управлению проектами. Базовые знания по управлению проектами упрощаются и становятся более доступны и СТ РК ИСО 21500 2014 тому прямое подтверждение. Определенной угрозой для данного стандарта представляет недостаточная популярность, но реализация приведенных возможностей данного стандарта может позволить устранить данную угрозу.

По итогам SWOT анализа стандарта СТ РК ИСО 21500 2014 можно утверждать, что данный стандарт описывает «что» нужно делать, но не определяет конкретные методики и инструменты управления проектами. Данный стандарт достаточно удобен для проектного менеджера в части краткости и обзорного представления основных процессов проектного менеджмента. Основой для стандарта ИСО 21500 2014 стал международный стандарта PMBOK и по экспертным мнениям ИСО 21500 2014 на 95 % повторяет оглавление PMBOK, но намного короче и точнее, чем PMBOK и содержит именно те 20-30 %, которыми и пользуются на практике менеджеры проектов. Именно простота и практичность ISO 21500 является конкурентным преимуществом ИСО 21500 [6]. Таким образом применении СТ РК ИСО 21500 2014 в компании позволит руководителям проектов эффективно управлять процессами проекта в соответствии с лучшими практиками.

Вывод. С учетом приведенных факторов можно утверждать, что Стандарт «СТ РК ИСО 21500:2014» является удобной методологией для внедрения проектного менеджмента в компании. Процесс внедрения стандарта «СТ РК ISO 21500:2014» на предприятии позволит усовершенствовать процесс управления проектами с учетом применения современных требований проектного менеджмента описанных в стандарте. Широкое применение стандарта «СТ РК ИСО 21500:2014» возможно при внедрении процедуры сертификации проектного менеджмента и применения при подготовке учебных программ и курсов повышения квалификации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®). 5-е изд. / Пер. с англ. — М.: Олимп-бизнес, 2014;

[2] И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге, А.В. Полковников УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ: Справочное пособие. – М.: «Высшая школа», стр. 80. 2001;

[3] Свод знаний по управлению проектами (PMBOK) [Электронный ресурс]. –

[4] Режим доступа: http://mahamba.com/ru/svod-znaniy-po-upravleniyu-proektami-pmbok;

[5] Единый стандарт – новый стандарт по управлению проектами ISO 21500 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://1cert.ru/novosti/opublikovan-novyy-standart-iso-po-upravleniyu-proektami-iso-21500;

[6] СТ РК ИСО 21500 2014 ;

[7] Костылев А.А. ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО СТАНДАРТУ ISO 21500:2012: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация.

Барменкулова Т.А.

ҚР СТ ИСО 21500-2014 «Жобаларды басқару бойынша басшылық» стандартына SWOT талдау».

Түйіндеме. Білім беру мақсатында ҚР СТ ИСО 21500-2014 пайдалану бойынша ұсыныстар берілді. Кәсіпорында ҚР СТ ИСО 21500-2014 қолдану қажеттілігі анықталды және негізделді

Бұл мақалада жобаны басқару мен жобаны басқару стандарттарының қысқаша сипаттамасы берілген. ҚР СТ ИСО 21500-2014 және PMBOK (Project Management Body of Knowledge) -.

Түйінді сөздер - ҚР СТ ИСО 21500-2014, жобаны басқару, PMBOK, процестік тәсіл, стандартты құрылым, SWOT талдау.

УДК 502.175:629(574-25)

A.S. Begimbetova
(Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
E-mail: ainur.begimbetova@mail.ru)

ECOLOGICAL RATIONALE FOR WASTEWATER DISCHARGE ON RELIEF OF THE TERRAIN WHEN DETERMINING THEIR MAXIMUM PERMISSIBLE DISCHARGE

Abstract. The discharge of wastewater on relief of the terrain contrary to the requirements of environmental legislation, as may lead to waterlogging and spoilage of lands on which they are discharged, as well as to possible pollution of groundwater. The permits for discharges for an economic entity establish the list and quantities of pollutants allowed to be discharged onto the terrain subject to the conditions provided for by the legislation of the Republic of Kazakhstan (permissible concentration of the substance at the wastewater outlet (mg/dm^3), indicators of the allowed discharge of pollutants (tons per year) for the period of validity of the discharge permit, disaggregated by quarters and the approved wastewater flow rate (m^3 per hour) separately for each wastewater outlet. brasyvat wastewater the water body should be developed draft standards allowable discharge of pollutants and microorganisms in the terrain and align it in the appropriate authorized bodies.

Keywords: wastewater, maximum permissible discharge, water resources, standards, a relief of the terrain.

А.С. Бегимбетова
(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: ainur.begimbetova@mail.ru)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОТВОДА СТОЧНЫХ ВОД НА РЕЛЬЕФ МЕСТНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМОГО СБРОСА

Аннотация. Сброс стоков на рельеф местности, противоречит требованиям природоохранного законодательства, т.к. может привести к заболачиванию и порче земель, на которые производится их сброс, а также к возможному загрязнению подземных вод. В разрешениях на сбросы для хозяйствующего субъекта устанавливаются перечень и количества загрязняющих веществ, допускаемых к сбросу на рельеф местности при соблюдении предусмотренных законодательством Республики Казахстан условий (допустимая концентрация вещества на выпуске сточных вод (мг/дм^3), показатели разрешенного сброса загрязняющих веществ (тонн в год) на период действия разрешения на сброс с разбивкой по кварталам и утвержденный расход сточных вод (м^3 в час) отдельно по каждому выпуску сточных вод. Таким образом, чтобы начать сбрасывать сточные воды в водный объект необходимо разработать проект нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ и микроорганизмов на рельеф местности и согласовать его в соответствующих уполномоченных органах.

Ключевые слова: сточные воды, предельно-допустимый сброс, водные ресурсы, нормативы, рельеф местности.

Введение. С развитием хозяйственной деятельности актуальней становится проблема охраны водных ресурсов. На сегодняшний день состояние почв характеризуется высоким уровнем загрязнения в результате сброса неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод. Современная экологическая политика в Республике Казахстан, связанная с переходом на экономические механизмы регулирования природопользования и основанная на установлении платежей за пользование водными ресурсами, требует установления лимитов сброса загрязненных сточных вод с учетом возможности их поступления в водоемы. Согласно ст. 225 Экологического кодекса РК от 9 января 2007 года № 212, природопользователи, осуществляющие сброс сточных вод в водные объекты, недра, в накопители сточных вод, на рельеф местности или имеющие замкнутый цикл водоотведения, должны использовать

приборы учета объемов воды и вести журналы учета водопотребления и водоотведения в соответствии с водным законодательством Республики Казахстан [1,2].

Охрана среды обитания является важным приоритетом человеческой деятельности. Сброс сточных вод, в которых могут содержаться органические, бактериальные загрязнения, соединения фосфора и азота, создают значительную угрозу экологическому и санитарному благосостоянию окружающего фона. Такие действия запрещены природоохранными и санитарными нормами. Но, вопреки запретам, актуален сброс сточных вод на рельеф**.** Современная схема отвода используемых вод на рельеф выглядит следующим образом:

1. Бытовые и хозяйственные стоки обрабатываются с помощью оборудования биологической или механической очистки стоков.
2. Поверхностные стоки проходят механическую очистку.
3. Сброс стоков на местность происходит в постоянную точку сброса.

При сбросе сточных вод на рельеф местности необходимо проводить следующие этапы:

- выезд специалистов на объект;
- опробирование стоков;
- консервация проб;
- заполнение необходимых документов;
- анализ проб стоков;
- выдача протокола анализа с указанием количественных и химических показателей;
- определение объемов стоков.

Целью разработки проекта ПДС является установление научно-обоснованных предельно-допустимых норм воздействия на окружающую среду, гарантирующих экологическую безопасность и охрану здоровья населения, обеспечивающие предотвращение загрязнения окружающей среды, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов, а также установление лимитов при расчете платы за сбросы загрязняющих веществ на рельеф местности [2,3].

Проект нормативов ПДС разрабатывается для тех объектов, которые сбрасывают сточные хозяйственно-бытовые или промышленные воды на рельеф местности, поля фильтрации, водные объекты либо собственные накопители сточных вод на основании требований статей 25, 27 и 28 Экологического Кодекса РК с целью соблюдения нормативов качества окружающей среды. Величины нормативов, установленные в проекте, являются основанием для получения разрешения на эмиссии в окружающую среду [1,2]. Под предельно допустимым сбросом (ПДС) загрязняющих веществ в водный объект понимается:

- масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе или на участке водного объекта (с учетом вида водопользования);
- масса вещества в возвратной воде, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе или недопущения ухудшения сформировавшегося качества воды, если оно хуже нормативного [2].

Объекты и методы исследования. На исследуемом объекте - зоне отдыха, расположенной в Алматинской области, вода используется на хозяйственно-питьевые цели персонала и отдыхающих, наполнение бассейнов, наполнение и подпитку отопительной системы зданий, полив территории и зеленых насаждений. В процессе деятельности предприятия образуются производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Сточные воды образуются в результате производственной деятельности объектов. Сброс канализационных сточных вод в открытые водоемы не производится.

Режим работы предприятия - 24 час/сут., 365 дней/год, 8760 час/год. Водоснабжение предприятия осуществляется за счет эксплуатации подземных вод из скважин №№5547, 5709 Карадалинского месторождения. Вода со скважин расходуется на производственные нужды, хозяйственно-бытовые нужды отдыхающих и персонала, а также на вспомогательные нужды. Качество подземных вод скважин №№5547, 5709 по данным Протоколов микробиологического и химического исследований питьевой воды по микробиологическим, органолептическим и физико-химическим показателям соответствует требованиям Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденных Приказом Министра национальной экономики РК от 16 марта 2015 г. №209 [4,5].

Санитарно-защитная зона согласно Приложению 3 п. 5 Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов», утвержденных постановлением правительства Республики Казахстан от 20.03.2015 г. №237, санитарный разрыв для очистных сооружений поверхностного стока закрытого стока принимается 50 м. Класс V – СЗЗ не менее 50 м. Категория предприятия согласно Экологическому кодексу РК статьи 40 п.1 относится к IV категории [5-8].

Согласно п. 59 «Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду», утвержденной Приказом Министра охраны окружающей среды РК от 16 апреля 2012 г. № 110-ө, для вновь проектируемых объектов в качестве фоновых концентраций загрязняющих веществ принимаются предельно допустимые концентрации для водных объектов культурно-бытового пользования (II категория водопользования - для отдыха населения, а также водоемы в черте населенных мест) Сф=ПДКк.б., в соответствии с СП «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденными Приказом Министра национальной экономики РК от 16 марта 2015 г. №209 [3,4,9].

Расчетная годовая потребность предприятия в водных ресурсах составляет 236329,175 $м^3$/год (100%). Из потребленной воды в септик сбрасывается 16399,735 $м^3$/год (7%), безвозвратно потребляется и теряется 6944,44 $м^3$/год (3%), на рельеф местности ежегодно сбрасывается 212985 $м^3$/год (90%). Площадь фильтрационного поля составляет 1000 $м^2$.

Результаты исследования. В процессе деятельности предприятия образуются производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Сточные воды, образованные в результате производственных и вспомогательных нужд Зоны отдыха, относятся к категории «условно чистые», то есть качество, которых позволяет использовать их в производственных системах водоснабжения или сбрасывать в водные объекты без дополнительной очистки, поэтому на объекте образующиеся сточные воды сбрасываются на рельеф местности. Сброс сточных вод в открытые водоемы не производится. Стоки, образующиеся в результате деятельности предприятия, поступают на рельеф местности. По результатам анализа сточных вод, направляемых на рельеф местности, выявлено, что в их составе присутствуют загрязняющие вещества 6 наименований, в том числе взвешенные вещества, нитраты, нитриты, СПАВ и др. Значения фактических показателей их концентраций были определены совместно с испытательной лабораторией ТОО «Институт инновационных исследований и технологии» и приведены в таблице 1. Категория сточных вод – условно чистая вода согласно протоколу испытаний от 15.01.2018 г.

Таблица 1 - **Качественная характеристика сточных вод, сбрасываемых на рельеф местности**

№ п/п	Наименование определяемых показателей, единица измерений	НД на методы испытаний	Требование НД	Фактические значения
1	Взвешенные вещества, $мг/дм^3$	СТ РК 2015-2010, п.8.2 ГОСТ 26449.1-85, п.2	не норм.	6,0
2	pH	ГОСТ 26449.1-85, п. 4	не норм.	7,9
3	СПАВ, $мг/дм^3$	СТ РК 1983-2010, п.8.1 СТ РК ГОСТ Р 51211- 2003	не норм.	0,03
4	$БПК_5$, $мгO_2/дм^3$	СТ РК ИСО 5815-1-2010 СТ РК ИСО 5815-2-2010 РД 52.24.420-2006 (№KZ.07.00.01229-2015)	не норм.	4,39
5	ХПК, $мгO_2/дм^3$	СТ РК 1322-2005	не норм.	13,47
6	Нитраты, $мг/дм^3$	СТ РК 7890-3-2006, Часть 3	не норм.	2,74
7	Нитриты, $мг/дм^3$	СТ РК 1963-2010	не норм.	<0,003
8	Хлориды, $мг/дм^3$	СТ РК 1496-2006	не норм.	245
9	Сульфаты, $мг/дм^3$	СТ РК 1015-2000	не норм.	180
10	Мутность, ед ЕМФ	ГОСТ 3351-74, п.5	не норм.	1,4
11	Цветность, градус	ГОСТ 3351-74, п.4 ГОСТ 31868-2012	не норм.	15,2
12	Запах, балл	ГОСТ 3351-74, п.2	не норм.	1

Согласно данным критериев качества и значений фактических концентраций вредных примесей в сточных водах установлено, что последние не превышают нормативных значений ПДК для водных объектов культурно-бытового пользования (II категория водопользования - для отдыха населения, а также водоемы в черте населенных мест) Сф=ПДКк.б., в соответствии с СП «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» [10,11].

Учитывая высокую степень сорбции загрязняющих веществ, входящих в состав сточных вод, направляемых на рельеф местности, их можно отнести к условно чистым [5,7,12].

Для расчета предельно-допустимых сбросов загрязняющих веществ, отводимых с условно чистыми водами из Зоны отдыха на рельеф местности, использованы «Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду», утвержденная Приказом Министра охраны окружающей среды РК от 16 апреля 2012 г. №110-Ө, и «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» от 16 марта 2015 г. №209 [4,5]. Расчет нормативов ПДС выполнен на бессрочный период до изменения технологических процессов оборудования и условий природопользования. При расчетах ПДС веществ со сточными водами, отводимыми на рельеф местности и поля фильтрации, исходят из того, что предельно допустимая концентрация этого вещества (Спдс) с учетом разбавления (n) фильтрующихся вод в потоке подземных вод не превышала фоновую концентрацию загрязняющего вещества в водоносном горизонте (Сф):

$$C_{пдс}=n\cdot C_{ф}$$

где n – кратность разбавления профильтровавшихся вод, в потоке подземных вод;

Сф - фоновая концентрация загрязняющего вещества в водоносном горизонте.

Сф определяется по наблюдательным скважинам, расположенным за пределами купола растекания. Для вновь проектируемых объектов в качестве фоновых принимаются предельно допустимые концентрации для водных объектов культурно-бытового пользования (II категория водопользования - для отдыха населения, а также водоемы в черте населенных мест) Сф = ПДКк.б.

Расчет норматива предельно-допустимого сброса (ПДС) загрязняющих веществ, отводимых с условно чистыми водами зоны отдыха на рельеф местности, сведены в Таблицу 2.

Таблица 2. **Предельно-допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ, отводимых с условно чистыми водами исследуемого объекта на рельеф местности**

1. Категория сточных вод — *Условно чистая вода*
2. Наименование объекта, принимающего сточные воды — *Рельеф местности*

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Фактическая концентрация, г/м^3	Расчетно-установленная концентрация, $С_{ПДС}$, г/м^3	Утвержденный сброс	
				г/час	т/год
1	Взвешенные вещества	6,0	0,777	18,8889	0,165
2	Нитраты	2,74	46,62	1133,3322	9,928
3	Нитриты	<0,003	3,42	83,1402	0,728
4	Хлориды	245	362,6	8814,806	77,218
5	Сульфаты	180	518	12592,58	110,311
Утвержденные свойства СВ					
6	БПК полн.	4,39 г O_2/м^3	4,144	100,74	0,882
7	ХПК	13,47	31,08	755,55	6,619
	Всего			23499,04	205,851

Заключение. В составе исследуемых сточных вод присутствуют различные химические вещества. Следовательно, в результате сброса сточных вод на почву ухудшается качество окружающей среды в результате ее загрязнения. Таким образом, при исчислении вреда окружающей среде вся масса данных веществ, сброшенных на почву, должны быть учтена при определении размера вреда [13-15].

Для достижения нормативов ПДС рекомендуется выполнить организационно-технические мероприятия:

1. Проведение анализа воды источника водоснабжения для фиксирования возможных превышений норм ПДК в исходной воде.
2. Недопущение сброса на рельеф местности сточных вод с характеристиками, не соответствующими указанным в данном проекте нормативов ПДС.
3. Организация ведомственного контроля за соблюдением предельно-допустимых сбросов.
4. Соблюдение технологического регламента производства предприятия.
5. Своевременный уход за водными объектами.
6. Полив твердого покрытия и зеленых насаждений осуществлять водой технического качества.
7. Раздельный сбор и утилизацию производственных и бытовых отходов.
8. Содержание территории участка в санитарно-чистом состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Водный кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2018 г.).

[2] Экологический кодекс РК от 9 января 2007 г. №212 (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2018 г.).

[3] О внесении изменения в приказ Министра охраны окружающей среды РК от 16.04.2012 г. №110-Ө «Об утверждении методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду» (с внесенными изменениями от 08.06.2016 г. № 238).

[4] «Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду», утвержденная Приказом Министра охраны окружающей среды РК от 16 апреля 2012 г. № 110-ө.

[5] Об утверждении Санитарных правил «Санитарно -эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» от 16 марта 2015 г. №209.

[6] Панов В.П. Теоретические основы защиты окружающий среды.- М.: Высшая школа, 2010. – 248 с.

[7] Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Под ред. Т.В. Гусева. - М., 2008. - 366 с.

[8] Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды. - Москва: Высшая школа, 2008. - 340 с.

[9] Жандаулетова Ф.Р. Учебное пособие «Охрана и рациональное использование водных ресурсов и почв». Алматы, 2015. – 115с.

[10] Серов Г.П. Техногенная и экологическая безопасность в практике деятельности предприятий. - М., 2007.- 309 с. 11. Обзор «Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии». - Алматы, 2004.-132 с.

[11] Авраменко И.М. Основы природопользования. - Ростов - на- Дону, 2004.-320 с.

[12] Экологические проблемы и энергосбережение. под ред. В.Д.Карминский. - М., 2004. – 268 с.

[13] Степановских А.С. Охрана окружающей среды. – Алматы, 2008. – 400 с.

[14] Концепция экологической безопасности Республики Казахстан. МООС. – Астана, 2004.

[15] Павлов А. Н. Экология: рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности. Учеб. пособие /А. Н. Павлов. – М.: Высш. шк., 2005. - 343с.

Бегимбетова А.С.

Ағынды суларды жер бедеріне ағызудың шекті рұқсат етілген ағындысын анықтау кезіндегі экологиялық негіздеме

Түйіндеме. Жер бедеріне ағынды суларды ағызу табиғатты қорғау заңнамасының талаптарына қайшы келеді, өйткені оларды ағызу жүргізетін жерлердің батпақтануына және бүлінуіне, сонымен бірге жер асты суларының ластануына әкелуі мүмкін.

Шаруашылық жүргізуші субъект үшін ағындыларға арналған рұқсаттарда Қазақстан Республикасының заңнамасында көзделген шарттарды сақтай отырып, жергілікті жер бедеріне жіберілетін ағындыға ластайтын заттардың тізбесі мен мөлшері (ағынды суларды шығарудағы заттың рұқсат етілген концентрациясы (мг/дм3), ластайтын заттардың рұқсат етілген ағындысының көрсеткіштері (жылына тонна) тоқсан бойынша бөле отырып, ағындыға арналған рұқсаттың қолданылу кезеңіне және ағынды сулардың бекітілген шығыны (сағатына м3) әрбір ағынды суларды шығару бойынша жеке белгіленеді.

Сонымен, су объектісіне ағынды суларды ағызуды бастау үшін ластайтын заттар мен микроорганизмдердің жер бедеріне рұқсат етілген ағындысының нормативтерінің жобасын жасау керек және оны тиісті уәкілетті органдарда келісу қажет..

Түйін сөздер: ағынды сулар, шекті рұқсат етілген ағындылар, су ресурстары, нормативтер, жер бедері.

Т.К. Жолаев, Р.Ж. Сатыбалдиева
(Международный университет Информационных Технологий,
Алматы, Республика Казахстан

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В ПОСТРОЕНИИ SAAS МОДЕЛИ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ АРЕНДАТОРОВ

Аннотация. SaaS это одна из форм облачных вычислений, модель обслуживания, при котором предоставляется готовое прикладное программное обеспечение, полностью обслуживаемое провайдером. Разработчики или поставщики стремятся к тому, чтобы их продукты SaaS достигали более высокого уровня завершенности, то есть могли обслуживать все больше клиентов и удовлетворяли различным индивидуальным требованиям, но при этом сохраняя эффективность и гибкость системы. Данная статья представляет один из подходов к разработке CRM, ERP, POS систем на основе SaaS модели добавляя к нему уровень управления процессов и уровень контроля арендаторов (клиентов), тем самым расширяя традиционную сервис-ориентированную архитектуру. Данный подход разбивает и обрабатывает бизнес процессы на отдельном веб сервисе, тем самым не нарушая принцип разделения ответственности и обеспечивая хранилище для автоматизации процессов. А система контроля арендаторов отвечает за целостность любой информации и непосредственный доступ к базе данных. При таком архитектурном подходе все составные элементы работают не мешая друг другу.

Ключевые слова: SaaS, CRM, POS, мультитенатность, управление процессом, гибкий подход

Введение

SaaS (software as a service — программное обеспечение как) — одна из форм облачных вычислений, модель обслуживания, при которой подписчикам предоставляется готовое прикладное программное обеспечение, полностью обслуживаемое провайдером. Поставщик в этой модели самостоятельно управляет приложением, предоставляя заказчикам доступ к функциям с клиентских устройств, как правило через мобильное приложение или веб-браузер [1]. По сути, SaaS сервис - это единое программное ядро, которое предоставляется в пользование клиентам. Доступ к системе они получают через сеть и могут изменять настройки на свое усмотрение. Обслуживанием сервиса целиком занимается провайдер услуги, а пользователь только работает в ней.

Ключевым фактором, объясняющим экономическую целесообразность SaaS, является «эффект масштаба» — провайдер SaaS обслуживает единое программное ядро, которым пользуются все клиенты, и потому тратит меньшее количество ресурсов в сравнении с управлением отдельными копиями программного обеспечения для каждого заказчика. Кроме того, использование единого программного ядра позволяет планировать вычислительные мощности и уменьшает пиковые нагрузки для отдельных заказчиков. Все это позволяет SaaS-провайдерам существенно снизить стоимость эксплуатации ПО. В результате стоимость услуг для конечного пользователя такого ПО становится ниже издержек, возникающих при использовании классической модели лицензирования (особенно если лицензирование платное) [2].

При использовании нынешних технологий, чем выше уровень сложности SaaS, тем больше ресурсов потребуется для разработки и поддержки системы, поскольку ему необходимо удовлетворять различные личные требования арендаторов т.е тех кто пользуется веб приложением на основе арендной основе. Также снижается эффективность продукта, поддерживать такие огромные мультитенантные (от англ. tenant «арендатор», «клиент») приложения соответственно становится затратным занятием. Для того что решить эту проблемы необходимо рассматривать функционал ПО как бизнес процессы любой деятельности. В данной статье предлагается один из подходов к разработке ПО на основе SaaS модели, добавляя к нему уровень управления процессов и уровень контроля арендаторов (клиентов), тем самым расширяя традиционную сервис-ориентированную архитектуру.

2. Предлагаемая архитектура в разработке SaaS системы.

Архитектурная структура SaaS с системой контроля арендаторов и бизнес процессов показана на рисунке 1. В этой архитектуре существует шесть уровней: уровень данных, уровень базовых услуг,

уровень бизнес-процессов, уровень процессов аренды, уровень системы контроля аренды и уровень пользовательского интерфейса.

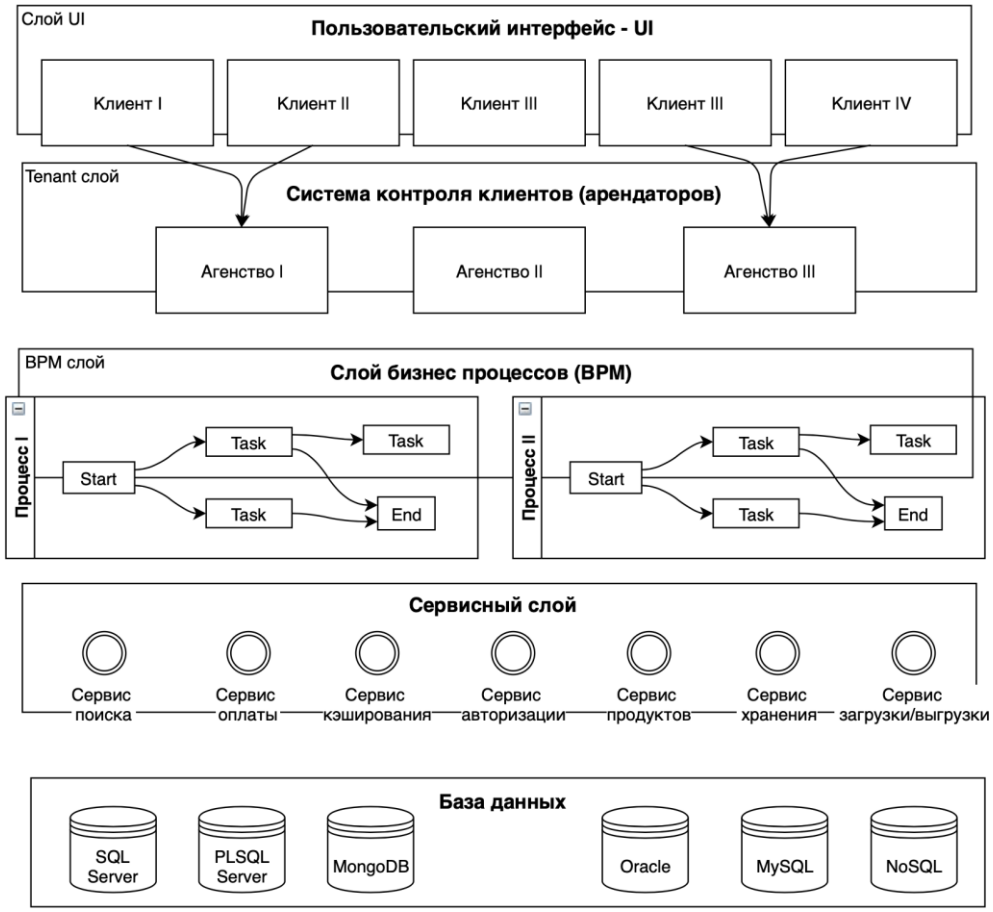


Рис 1. Архитектура SaaS системы

Вы можете заметить очевидное отличие от обычной архитектуры SaaS или SOA (Service Oriented Architecture) [3] в том, что добавлены два новых уровня: уровень управления бизнес процессами и уровень агентства пользователей. Каждый бизнес-процесс пользователя происходит из процесса бизнес-обслуживания, и это процесс аренды, которому он принадлежит. Система контроля арендаторов является важной частью нашей модели. Он действует как интерфейс между сервисом SaaS и арендаторами. И многие дополнительные функции могут быть добавлены к этому слою. Наша модель ориентирована на метод разработки SaaS-приложений, поэтому мы уделяем пристальное внимание слоям высокого уровня. Более того, большинство SaaS-приложений используются через веб-браузеры, поэтому уровень пользовательского интерфейса не так уж и важен. Вкратце, наша модель касается уровня бизнес-процессов, уровня процессов аренды и уровня системы контроля арендаторов.

3. Слой бизнес процессов используя PEGA BPM.

Любая программная система имеет собственные структуры данных. Естественно, эти структуры организованы так, чтобы обеспечить эффективную работу базового функционала системы и, в свою очередь, оптимизированы под имеющийся в системе набор базовых интерфейсов пользователя [4].

Во время внедрения необходима поддержка процессов, функциональность и объем которых, как правило, заранее неизвестны, и зачастую возникает ситуация, когда для автоматизации процесса необходима обработка данных, не заложенная разработчиком в базовую функциональность системы. Построение системы, выполняющей запросы и обработку данных в обход заложенной разработчиком структуры, всегда будет стоить очень дорого с точки зрения, как машинных ресурсов, так и трудоемкости разработки дополнительного программного кода. Пожалуй, единственный выход из этой ситуации — предоставить пользователю открытый механизм для построения собственных структур данных. Причем в целях обеспечения целостности данных и реализации прав доступа — это должен

быть не механизм прямого доступа к таблицам SQL-сервера, а механизм доступа к данным с помощью самих объектов системы [5].

Чтобы аналитики, или даже бизнес-пользователи, могли нарисовать диаграмму процесса, которая затем будет выполнена ровно в таком же виде сервером. Или хотя бы могли понимать суть процесса, посмотрев на диаграмму, нарисованную кем-то другим. Но предлагаемые языки моделирования процессов слишком примитивны для реальных задач, и требуются другие языки, чтобы создать реально рабочий процесс. А также язык в виде диаграмм, вроде BPMN, плохо вписывается в типичный цикл разработки ПО. Дело в том, что процесс, который выполняется в рамках BPM системы, почти никогда не сводится только к диаграмме, которую видит бизнес-пользователь или аналитик. К ней еще прилагается множество подробностей, лежащих на разном уровне детализации, которые так или иначе определяют поведение процесса. Это, например, данные, сопровождающие экземпляр процесса, или интеграция процесса с другими существующими системами. Все эти подробности как правило сводятся к коду на другом языке программирования.

Ядро Pega представляет собой Java enterprise приложение, запускаемое на любом application сервере. На базе этого ядра построен стек классов, составляющих базовый Framework PRPC, включая непосредственно сам портал разработчика, доступный через браузер. Для понимания того, как работает Pega, необходимо определить два базовых понятия: класс и правило:

- Класс — это стандартная единица для объектно-ориентированной парадигмы, представляющая собой структуру, содержащую некоторые связанные данные и методы для их обработки.
- Правило — это экземпляр одного из специальных встроенных (т.е. определенных в одном из фреймворков) классов, назначаемый или присваиваемый другим классам. Правила можно рассматривать как реализацию паттерна Стратегия (также иногда упоминается как Behavior): правило, принадлежащее классу, определяет его свойство (property), поведение (flow, flow action), способ отображения данных (section) и многое другое.

Любое Pega-приложение состоит из набора классов, определяющих либо структуру данных (тогда они хранятся в ветке Data), либо структуру работ или кейсов (в ветке Work). Каждый из этих классов может наследовать свойства и методы (определяемые правилами) от классов, определенных во фреймворках, либо от других классов приложения. Любой класс может переопределить правило, заданное в базовом классе.

Pega имеет множество разнообразных фреймворков, на основе которых может строиться конечное приложение с использованием наследования, для примера приведу только некоторые из них:

- PRPC сам по себе является фреймворком;
- DSM — для построения систем принятия решений;
- CPM — для построения систем взаимодействия с клиентами;

Основа подхода базируется на трех вещах:

- **Situational Layer Cake** (Слоистая архитектура): за счет наследования и полиморфизма, реализованных в виде Rule Resolution Mechanism, Pega позволяет добиться того, чтобы бизнес-процесс для конкретного клиента изменялся в зависимости от самых разнообразных условий, например, как от уровня лояльности данного клиента, так и от регионального законодательства обслуживающего офиса.
- **6R** — это концепция построения комплексного решения, которое обеспечивает получение (Receiving) и назначение (Routing) задач, отчетность (Reporting), реагирование (Responding), сбор информации (Researching), принятие решения и разрешение (Resolving) кейсов.
- **DCO** (Direct Capture of Objectives) — это методология и набор поддерживающих ее средств, направленные на то, чтобы в рамках проекта разрабатывалось только то, что реально нужно бизнесу.

Pega предоставляет единое пространство для сбора и управления требованиями, для разработки и тестирования функциональности и для работы конечного пользователя с бизнес-приложением.

Конечно же, без примера описание моделирования бизнес-процессов было бы неполным и не до конца понятным. Я решил в качестве примера взять процесс обеспечения заказов покупателей, так как этот этап работы присутствует практически в любом направлении бизнеса, а потому реализация этого процесса на практике будет понятна без дополнительных пояснений широкому кругу читателей. Результатом этого процесса должно быть обеспечение покупателя необходимыми ему наименованиями товара.

Данный бизнес-процесс выполняется следующим образом:

1. Менеджер по продажам получает информацию о потребностях клиента (заказ).
2. В системе CRM создается документ Заказ покупателя.

3. Если нужные товары есть в наличие, то менеджер создает расходный документ в программе учета. Если товара нет в наличии, менеджер делает запрос в отдел закупки.

4. Отдел закупки оформляет запрос поставщикам на получение товара.

На этом мы будем считать бизнес-процесс завершенным, так как покупатель сейчас или после поступлений товаров от поставщиков, сможет купить все необходимое. BPMN позволяет при моделировании бизнес-процессов опускать на определенном уровне те или иные реальные процессы. Так, в нашем случае мы оставляем «за скобками» получение заказа и согласование перечня товаров и их стоимости с клиентом. Это можно будет детализировать в случае необходимости отдельно. Также в этом примере мы оставили «за скобками» процессы оплаты товары, отгрузки, оформления расходных документов и т.д. А сейчас у нас другая задача – описать сам процесс обеспечения покупателя необходимыми товарами. Точкой входа служит получение заказа от покупателя. Точкой выхода – «резервирование товара».

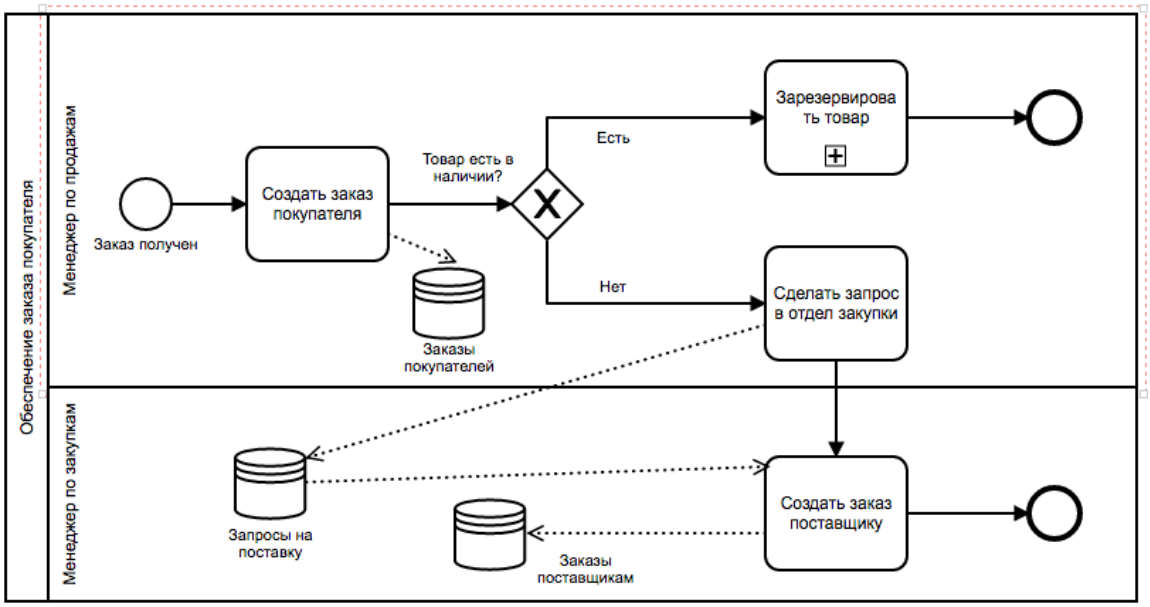


Рис 2. Пример BPMN диаграммы

Если весь товар имеется в наличие, то менеджер выполняет подпроцесс «резервирование товаров». Я специально оформил эти действия именно подпроцессом, чтобы иметь возможность при необходимости детализировать действия менеджера. А потом – к точке выхода «Резервирование товаров проведено».

Если товаров в наличие нет, то менеджер выполняет запрос в отдел закупки. Информация о заказе переходит в отдел закупки к другому исполнителю – менеджеру по закупкам, что наглядно видно на схеме, и уже этот исполнитель создает заказ поставщику. На схеме также видно, что заказ поставщику создан на основе запроса на поставку и заказа поставщикам.

Зачем может понадобиться такое описание бизнес-процесса? В наглядной форме вы можете показать своим бизнес-клиентам каким образом функционирует или должна функционировать связь между отделами продаж и закупки с целью максимального удовлетворения потребностей покупателей. Также при помощи этого бизнес-процесса техническим специалистам будет намного проще создавать и настраивать программное обеспечение для автоматизации работы компании, так как на диаграмме наглядно видно, какие процессы в какой последовательности должны происходить, какая информация поступает на каком этапе, а также из каких источников, какие из пользователей должны иметь доступ к тем или иным процессам и документам.

При необходимости этот бизнес-процесс может быть детализирован, что также помогает увидеть, что и как работает (должно работать) для получения результата

4. Слой контроля арендаторов. Мультитетантность.

Мультитенантность - это возможность *изолированно* обслуживать пользователей из разных организацией (т.е. независимых подписчиков SaaS) в рамках одного сервиса (одной инсталляции или развертывания). Основным здесь является соблюдение изолированности подписчиков друг от друга.

Действительно, клиенты не обрадуются, если данные, которые они хранят в вашем SaaS приложении, будут доступны при поиске для других клиентов. Это явное нарушение изолированности. Мультитенантность бывает разной, например, ее можно представить следующей схемой [6]:



Рис 3. Схема мультитенантности

Сейчас очень часто мультитенатность фигурирует совместно с терминов облачные вычисления, но фактически мультитенантность в некотором своем проявлении была актуальной и раньше, например, для хостинг-площадок. Например, SQL Server и IIS позволяют администрировать базы и сайты независимо: когда вы заходите в IIS Management Console удаленного сервера то, вы видите только свои сайты, аналогично для SQL Server – в Management Console вы видите и управляете только своей базой. Это так же можно назвать вариацией мультитенантности – все клиенты хостинга живут на одном веб-сервере или сервере базы данных, но работают только со своими узлами или элементами (данными) [6]. Мультитенантность так же является неотъемлемой частью многих ERP и CRM систем.

Для компаний-разработчиков ведение отдельных баз кода для различных клиентов сопряжено с увеличением расходов на поддержку и обслуживание, а так же с проблемами при отслеживании того, какие клиенты какую версию используют. Это может привести к появлению ошибок, которые приведут к дополнительным затратам. Мультитенатная система с одним логическим развертывание гарантирует одну базу кода для всего приложения. Вы можете по-прежнему поддерживать одну базу кода с выделенной моделью с несколькими развертываниями, но может появиться желание (с долгосрочными последствиями) разветвить код для различных клиентов. В некоторых сценариях, где существует потребность в тонкой настройке приложений, несколько баз кода могут быть приемлемым вариантом, но, прежде чем выбрать этот путь, необходимо изучить возможность применения пользовательских конфигураций или пользовательских бизнес-правил на уровне стандартной настройки системы (например, через интерфейс). Если должно быть несколько баз кода, то приложение должно быть структурировано таким образом, чтобы пользовательский код ограничивался только минимально необходимым числом пользовательских компонентов [7].

Мультитенантное приложение позволяет одновременно распространить обновления на всех клиентов. Этот подход означает, что обновляется только один логический экземпляр, что позволяет уменьшить усилия по обслуживанию. Кроме того, у вас есть уверенность, что все клиенты используют последнюю версию приложения, что упрощает поддержку. Для сокращения рисков, связанных с обновлением приложения, вы можете реализовать процедуру последовательного обновления: на первой фазе происходит обновления приложения для небольшой группы пользователей, на второй фазе, если с новой версией не возникло никаких сложностей, обновления распространяются на оставшихся пользователей.

Для построения непосредственно SaaS приложения необходимо использовать шаблон с множеством базы данных, каждый из которых сгруппирован базами данных для арендаторов. Для каждого нового арендатора подготавливается новая база данных. Уровень приложения масштабируется по вертикали путем добавления дополнительных ресурсов на узел. Или приложение масштабируется по горизонтали, добавляя больше узлов [8]. Масштабирование основано на рабочей нагрузке и не зависит от количества или масштаба отдельных баз данных как показано на рисунке 4.

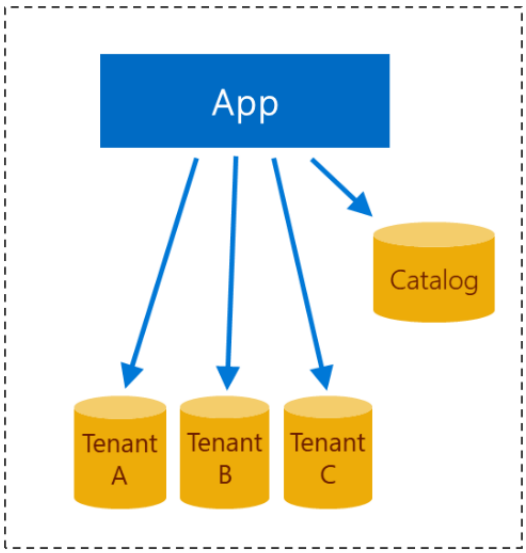


Рис 4. Схема множественной мультитенантности базы данных.

Как и автономный шаблон приложения, использование баз данных с одним арендатором обеспечивает сильную изоляцию арендатора. В любом приложении, модель которого определяет только базы данных с одним арендатором, схема для любой данной базы данных может быть настроена и оптимизирована для ее арендатора. Эта настройка не влияет на других арендаторов в приложении. Возможно, арендатору могут понадобиться данные за пределами базовых полей данных, необходимых всем арендаторам. Кроме того, дополнительное поле данных может нуждаться в индексе.

При использовании базы данных для каждого арендатора Настройка схемы для одного или нескольких отдельных арендаторов проста. Поставщик приложения должен разработать процедуры для тщательного управления настройками схемы в масштабе.

При развертывании баз данных в одной группе ресурсов их можно сгруппировать в эластичные пулы. Пулы обеспечивают экономичный способ совместного использования ресурсов во многих базах данных. Этот параметр пула дешевле, чем требовать, чтобы каждая база данных была достаточно большой для размещения пиков использования. Несмотря на то, что объединенные базы данных имеют общий доступ к ресурсам, они все равно могут достичь высокой степени изоляции производительности.

5. Заключение

Представленная в статье архитектура SaaS систем с агентством по аренде предоставляет один из новых способов разработки приложений SaaS, соответствующих высокому уровню завершенности. Это меняет традиционный подход и может открыть новые идеи в процессе разработки. В агентство по аренде можно добавить больше функций, чтобы в будущем полностью использовать такую архитектуру. Это обеспечивает платформу для демонстрации вашего творчества и делает приложение SaaS более мощным и функциональной моделью для разработки бизнес сервисов. Представленный подход можно применить в разработке CRM, ERP, POS добавляя к нему уровень управления процессов и уровень контроля пользователей (клиентов), тем самым расширяя традиционную сервис-ориентированную архитектуру. Данный подход разбивает и обрабатывает бизнес процессы на отдельном веб сервисе, тем самым не нарушая принцип разделения ответственности и обеспечивая хранилище для автоматизации процессов. А система контроля арендаторов отвечает целостность любой информации и непосредственный доступ к базе данных. При таком архитектурном подходе все составные элементы работают не мешая друг другу.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Software as a service. (2019) Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Software_as_a_service

[2] What is Software as a Service (SaaS): A Beginner's Guide - Salesforce. (2019). Retrieved from https://www.salesforce.com/in/saas/

[3] IBM Knowledge Center. (2019). Retrieved from https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSMQ79_9.5.1/com.ibm.egl.pg.doc/topics/pegl_serv_overview.html

[4] Business Process Management for Software Development | iSixSigma. (2019). Retrieved from https://www.isixsigma.com/methodology/business-process-management-bpm/business-process-management-software-development/

[5] IBM Knowledge Center. (2019). Retrieved from https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSMQ79_9.5.1/com.ibm.egl.pg.doc/topics/pegl_serv_overview.html

[6] Docs.microsoft.com. (2019). *Multi-tenant SaaS patterns - Azure SQL Database*. [online] Available at: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/sql-database/saas-tenancy-app-design-patterns

[7] Multitenancy. (2019). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Multitenancy

[8] Multi-tenant SaaS patterns - Azure SQL Database. (2019). Retrieved from https://docs.microsoft.com/en-us/azure/sql-database/saas-tenancy-app-design-patterns

Жолаев Т.К., Сатыбалдиева Р.Ж.

Процесс бағыттарың және жүйе пайданушыларды басқару арқылы saas қосымшасын құрасту.

Түйіндеме. SaaS - бұл бұлтты есептеулердің формаларының бірі, провайдер толығымен қызмет көрсететін бағдарламадан тыс дайын қосымша қамтамасыз ететін қызмет моделі. Құрастырушы немесе жеткізушілер (провайдерлер) SaaS өнімдерінің аяқталу деңгейінің жоғары болуын қамтамасыз етуге тырысады, яғни жүйенің тиімділігі мен икемділігін сақтай отырып, олар көп тұтынушыларға қызмет көрсете алады және әр түрлі жеке талаптарға жауап бере алады. Бұл мақалада SaaS үлгісіне негізделген CRM, ERP, POS жүйелерін дамытуға, оны басқару процестерінің деңгейіне және жалға берушілерді (тұтынушыларға) бақылау деңгейін қосып, осылайша дәстүрлі сервистік бағдарлы сәулетті кеңейтетін тәсілдердің бірі ұсынылған. Бұл тәсіл бизнес-үдерістерді бөлек веб-қызметке бөледі және өңдейді, осылайша жауапкершілікті бөлісу принципін бұзады және автоматтандырылған процестерді сақтауға мүмкіндік береді. Ал иеленуші бақылау жүйесі кез-келген ақпаратты кэштеу және деректер базасына тікелей қол жеткізу үшін жауап береді. Осы архитектуралық тәсілмен барлық компоненттер бір-бірімен араласпай жұмыс істейді.

Түйінді сөздер: SaaS, CRM, POS, multi-tenancy, технологиялық бақылау, икемді тәсіл.

УДК 624.131.55

[1]H.Z. Rasulov, [1]R.Kh Rasulov, [2]D.Zh Artykbayev, [2]K.S Baybolov

([1]Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering, Tashkent city, Uzbekistan.
E-mail: hayat1941 @mail.ru,
([2]South-Kazakhstan State University named after M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: artykbaev_d@mail.ru)

NATURAL RESEARCHES OF SEISMIC DEFORMATION OF FOREST SOILS

Abstract. The article considers seismic subsidence deformation of loess soils. 3 sections of various depths were identified. The results of studies of loess soils are analyzed and the main causes of deformations in the field are established. Based on experimental data, the characteristics of changes in the composition and properties of loess rocks during prolonged interaction with water are characterized.

The experiments showed that the deformation of the soil under vibration was different in depth. So, the deformation of the benchmark No. 1, installed at a depth of 18 m, with a dynamic action of intensity a = 2000 mm / s2, was (0.5), 1.0 cm. At the same time, the benchmark No. 2, installed at a depth of 13 m, recorded a seismic subsidence (11.5) 23 cm. The seismic drawdown according to the testimony of benchmark No. 3 (depth (9.0m) was (16.8) 36 cm, and according to benchmark No. 4 (depth 5m) - (21) 60 cm.

The experiments showed an increase in the modulus of the seismic subsidence e cf within a depth of 8-10 m and a decrease in its value is observed with a further increase in depth. This nature of the change in the seismic subsidence modulus is obviously associated with an increase in the depth of natural pressure, and thus, the density of the soil.

Key words: soil, seismic subsidence deformation, loess soils, vibration, studied soils, depth, benchmark, vibrations, natural pressure, angle of internal friction.

[1]Х.З. Расулов, [1]Р.Х Расулов., [2]Д.Ж. Артыкбаев, [2]К.С Байболов
([1]Ташкентский архитектурно-строительный институт, г. Ташкент, Узбекистан.
E-mail: hayat1941@mail.ru)
([2]Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан
E-mail: kanat-bai@mail.ru)

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙСМОПРОСАДОЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы сейсмопросадочность деформаций лессовых грунтов. Определена 3 участка различными глубинами. Проанализированы результаты исследований лессовых грунтов и установлены основные причины деформаций в полевых условиях. На основе экспериментальных данных охарактеризованы особенности изменения состава и свойств лессовых пород при длительном взаимодействии с водой.

Опыты показали, что деформация грунта в условиях вибрации была различной по глубине толщи. Так, деформация репера №1, установленного на глубине 18 м, при динамическом воздействии интенсивностью a= 2000 мм/с^2, составляла (0,5), 1,0 см. В то же время репер №2, установленный на глубине 13м фиксировал сейсмопросадку (11,5) 23 см. Сейсмопросадка по показанию репера №3 (глубина (9,0м) равнялась (16,8) 36 см, а по реперу №4 (глубина 5м) - (21) 60 см.

Опыты показали возрастание модуля сейсмопросадки ϵ_pв пределах глубины 8-10 м и по мере дальнейшего увеличения глубины наблюдается снижение его значения. Такой характер изменения модуля сейсмопросадки, очевидно, связан с увеличением с глубиной природного давления, и тем самым, плотности грунта.

Ключевые слова: грунт, сейсмопросадочная деформация, лессовые грунты, вибрация, исследованные грунты, глубина, репер, колебания, природная давления, угол внутреннего трения.

С целью изучения сейсмопросадочной деформации лессовых грунтов были подготовлены три участка размерами 13х6,5 м каждый (рисунок 1).

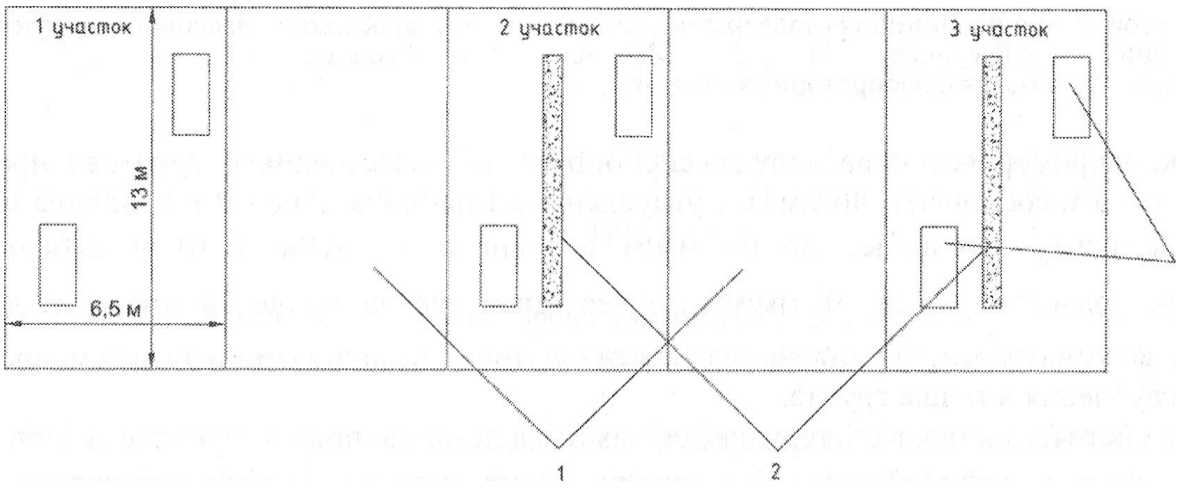


Рис. 1. Экспериментальные участки. 1-защитные зоны, 2-траншеи, 3-шурфы

На территории опытных участков были пройдены шурфы глубиной в 18 м и оснащены соответствующими реперами и др. видами измерительных приборов на разных глубинных горизонтах. Динамический режим на участках создавался с помощью вибрационного катка А-12, позволяющего управлять параметрами динамического режима при его работы.

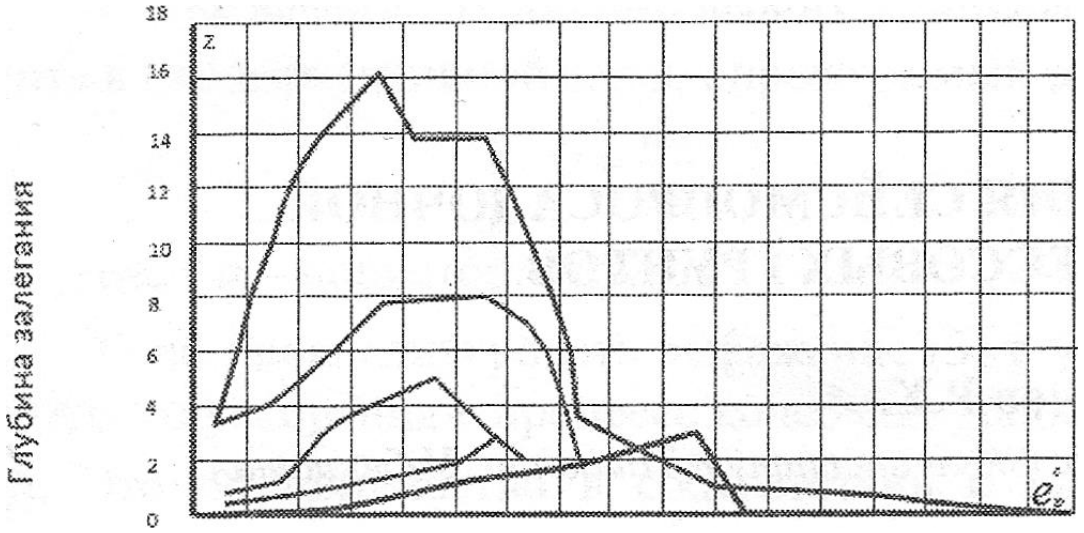
Опыты показали, что деформация грунта в условиях вибрации была различной по глубине толщи. Так, деформация репера №1, установленного на глубине 18 м, при динамическом воздействии интенсивностью a= 2000 мм/с^2, составляла (0,5), 1,0 см. В то же время репер №2, установленный на глубине 13м фиксировал сейсмопросадку (11,5) 23 см. Сейсмопросадка по показанию репера №3 (глубина (9,0м) равнялась (16,8) 36 см, а по реперу №4 (глубина 5м) - (21) 60 см.

Анализ такого рода опытов свидетельствовал о зависимости сейсмопросадки лессовой толщи при колебаниях наряду с глубиной от многих других факторов также.

Это усматривается, в частности, и на совмещенном графике рисунка 2.

На этом графике, наряду с результатами наших исследований нанесены кривые, отвечающие идентичным исследованиям, проведенным другими исследователями [1-2]. Как видно, общий характер всех этих кривых подобен.

Опыты показали возрастание модуля сейсмопросадки ϵ_p в пределах глубины 8-10 м и по мере дальнейшего увеличения глубины наблюдается снижение его значения. Такой характер изменения модуля сейсмопросадки, очевидно, связан с увеличением с глубиной природного давления, и тем самым, плотности грунта (рисунок 3).



Модуль сейсмопросадки.

Рис. 2. Изменение модуля сейсмопросадки по глубине лессовой толщи.
Линии составлены по данным (сверху вниз): Р.Расулова; Н. Н. Маслова; А.Мустафаева; М. Абелева; лабораторных опытов.

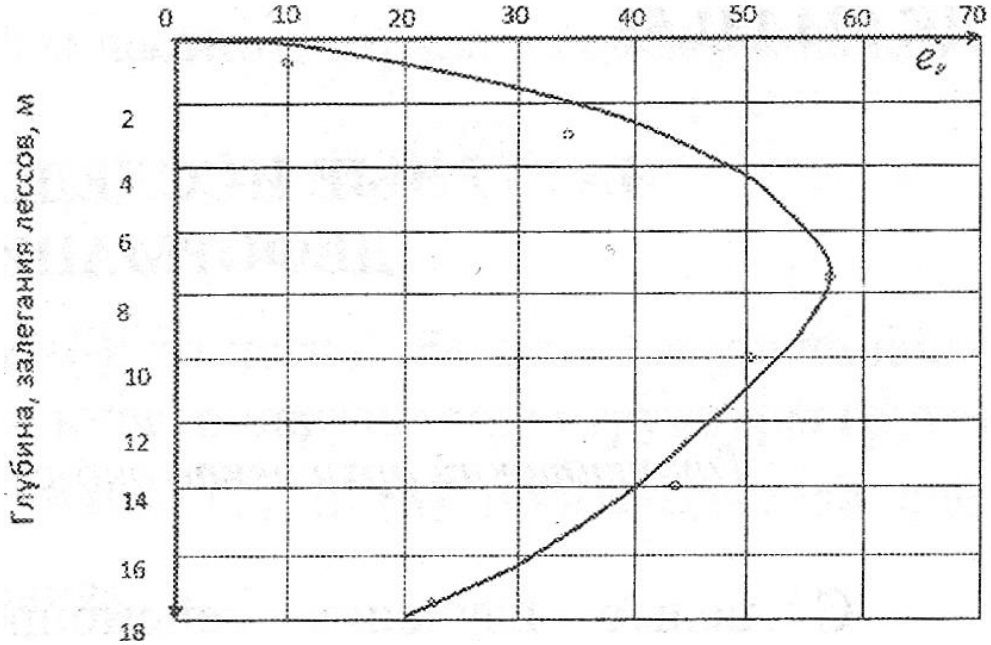


Рис. 3. Изменение модуля сейсмопросадки лессового грунта по глубине толщи.

Так, например, величина модуля сейсмопросадки исследованных грунтов в пределах глубин от 0 - 5 м составляет 40 мм/м, с углублением горизонта до 6 - 9 м величина модуля сейсмопросадки e^{c}_{p} возрастает до 60 мм/м и начиная с глубины 10 м наблюдается уменьшение значения e_p до 38 мм/м (среднее значение по толще 18 мм/м.). В данном случае также усматривается влияние плотности грунта на величину модуля сейсмопросадки по мере углубления в толще грунта.

Это обстоятельство, в свете проведенных исследований, приводит к утверждению, что снижение модуля сейсмопросадки e^{c}_{p} лессовых грунтов по глубине толще является результатом повышения плотности грунта и, следовательно, его прочности на глубинных горизонтах (ниже 5-10 м).

Повышение плотности грунта впоследствии вибрации также способствует увеличению прочностных показателей грунта (угла внутреннего трения <*p* и сцепления *c)* [3]. Это усматривается из графика на рис.3, по которому можно наблюдать более интенсивного увеличения прочностных показателей грунта в течение первой недели после вибрации. Это обстоятельство более отчетливо усматривается из данных таблицы 1, в соответствии с которой угол внутреннего трения в поверхностных зонах при вибрации с продолжительностью 30 с увеличивался на 3° в течение 50 суток. Такое увеличение составило соответственно: на глубине 1,5 м - 3,5° и на глубине 3 м. - 4,5°. При вибрации продолжительностью 90 с эти величины составляли: на поверхностной зоне - 3,5° на глубине 1,5 м. - 4,2°; на глубине 3 м - 5°.

Аналогичное, но в более выраженном виде это обстоятельство характерно для сцепления грунта. В рассматриваемом плане наибольший интерес представляет график на рисунке 4 относительно сцепления, составленный по результатам опытов. Как усматривается из этого графика, вибрационное, как и другое динамическое воздействие на грунты, вызывает резкое снижение сцепления в начальном этапе опыта. В водонасыщенных грунтах это снижение, связанное с резким падением прочности, в отдельных случаях, может сопровождаться с переходом грунта в разжиженное состояние [5].

С течением времени наблюдается повышение сцепления грунта, очевидно, вследствие приобретения грунтом новой плотности в результате уплотнения под влиянием собственного веса (Таблица). Учитывая возрастание собственного веса грунта по глубине толщи, увеличение значения сцепления по мере заглубления также является очевидным.

Результаты полевых опытов также показали, что за исключением покровного слоя толщиной около два метра, где пористость грунта характеризуется 50-52%, ее величина в горизонтах 12- метра составляет *n* = 46-48%. Ниже этой глубины, в связи с повышением влажности грунта, наблюдается уменьшение пористости породы до 43%.

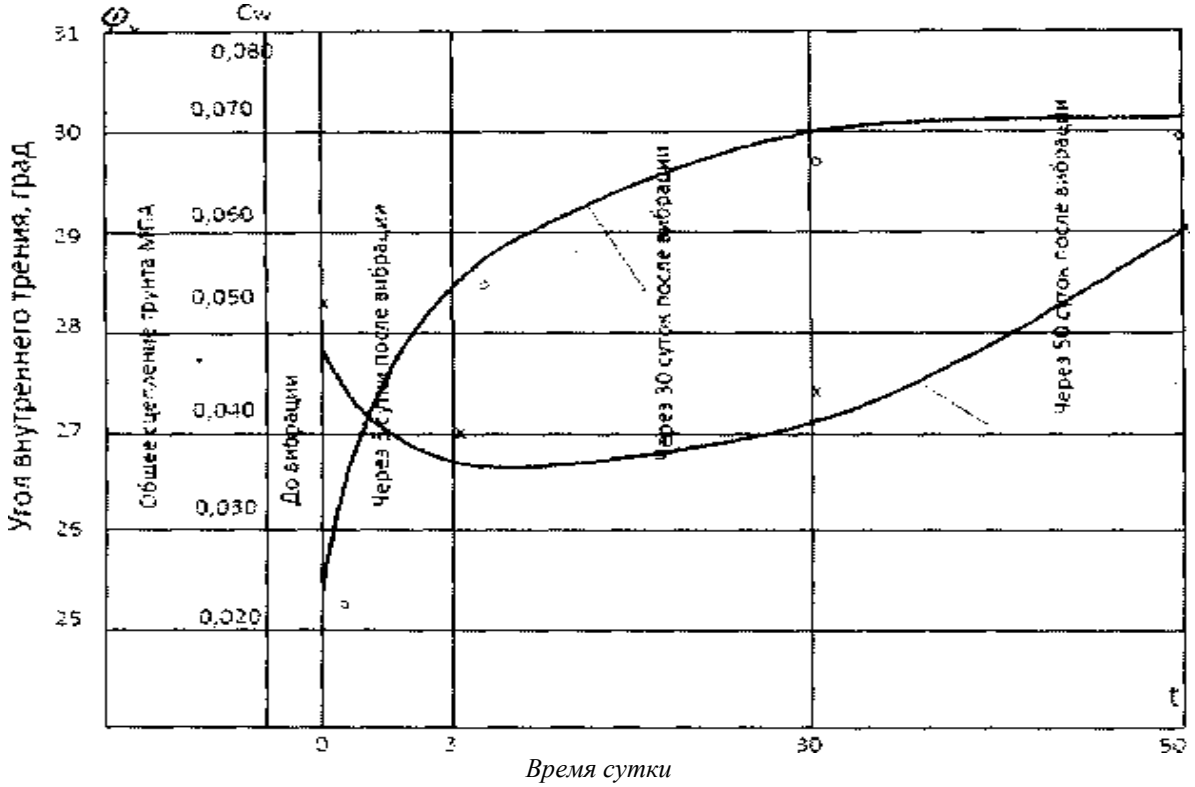


Рис. 4. Характер возрастания прочностных характеристик грунта с течением времени.
На графике: 1-угол внутреннего трения; 2-общее сцепление

Таблица - **Характер изменения прочностных характеристик исследованных грунтов по истечении времени после вибрации. Глубина отбора образца - 2,5-3,0 м.**

№№ грунта	Время измерения	Частота f= 12,5 - 14,0 Гц ; Время! = 30 с				Частота Г= 12,5 - 14,0 Гц ; Время t =90 с			
		w,%	*г,* ю^4 кН/м^3	<*P* , град.	с , 10^5 Па	*W,* %	*Y,* Ю^4 кН/м^3	*V* > град.	с , 10^5 Па
1	До вибрации	17,6	1,48	25,0	0,046	16,1	1,43	25,0	0,049
	Через 3 сутки	18,0	1,60	26,5	0,030	17,5	1,66	29,0	0,035
	Через 50 суток	16,6	1,62	27,0	0,059	15,1	1,67	30,0	0,060
2	До вибрации	16,3	1,45	24,5	0,049	16,3	1,45	24,5	0,049
	Через 3 сутки	19,1	1,61	27,5	0,025	20,3	1,62	27,0	0,020
	Через 50 суток	16,6	1,63	28,0	0,067	17,5	1,63	28,5	0,059
3	До вибрации	17,6	1,48	25,0	0,046	16,1	1,43	25,0	0,049
	Через 3 сутки	17,7	1,60	27,5	0,040	16,1	1,65	29,0	0,045
	Через 50 суток	16,5	1,62	28,5	0,068	14,3	1,65	30,5	0,079
5	До вибрации	16,3	1,45	24,5	0,049	16,3	1,45	24,5	0,049
	Через 3 сутки	19,1	1,46	27,5	0,025	16,5	1,61	27,5	0,040
	Через 50 суток	15,7	1,58	28,5	0.080	12,5	1,62	29,0	0,095

Примечание: *w* - влажность грунта; *y* - плотность грунта; *ср* - угол внутреннего трения; *с* - общее сцепление

Это обстоятельство указывает на влияние влажности грунта на прочностные его показатели даже в глубоких горизонтах.

Аналогичным образом трактуется вопрос и об условиях изменения плотности скелета грунта. За исключением покровного 2-метрового слоя, где плотность скелета колебалась в пределах 1,30 - 1,35 10^4 кН/м^3, которая практически сохраняет свое значение до глубины 12 метров (1,30 - 1,40*10^4кН/м^3.) Вместе с тем, ниже 12 метров плотность скелета в полном соответствии с изменениями на этой глубине пористости грунта резко возрастает, и на глубине порядка 18 м достигает 1,50-1,65*10^4 кН/м^3.

На экспериментальных участках изменение влажности по глубине толщи носит несколько иной характер. За исключением верхней восьмиметровой толщи влажность лессового грунта с увеличением глубины горизонта начинает постепенно возрастать с 5-6% до 9-10%, а еще ниже наблюдается более интенсивное увеличение ее значения (15% и более).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Маслов Н.Н. Условия устойчивости водонасыщенных песков. -М.: Изд-во «Энергия», 1961. — 328 с.

[2] Мусаэлян А.А. Динамические характеристики лессовых грунтов. //В кн: Динамика оснований, фундаментов и подземных сооружений. -Ташкент: Изд-во «Фан», 1977. - С. 212-215.

[3] Jwasaki T, Tokido K, Tatsuora T and s.o. Microzonation for Soil Liquefaction Potential usingmSimlified Methods.// Proc. of the 3-rd International Conference on Microzonation, Vol 3,1982.-

Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Артыкбаев Д.Ж., Байболов К.С.

Сары грунттардың деформациясы шөгуінің табиғи жағдайдағы зерттеулері

Түйіндеме: Бұл мақалада сары грунттардың деформациясы шөгуін анықтау. Осы мәселені анықтау үшін әр түрлі тереңдіктегі 3 жер алынды.

Далалық жағдайдағы сары грунттардың негізгі деформацияның себептері зерттеліп, талдау жасалынды. Эксперимент жасау негізінде сумен ұзақ өзара әрекеттескен кезде сары грунттардың құрамы мен қасиеттерінің өзгеру ерекшеліктері сипатталған. Тәжірибе көрсеткендей, діріл жағдайында грунттардың деформациясы қалыңдының тереңдігі бойынша әртүрлі болды.Сонымен қатар №1 реперде тереңдігі 18м, динамикалық әсер кезіндегі интенсивтілігі *а*= 2000 мм/с^2, (0,5), 1,0 см-ді құрады. Сол сәтте №2 реперде тереңдігі – 13 м, сейсмикалық шөгуі (11,5) 23 см. №3 реперде тереңдігі (9,0м) (16,8) 36 см, ал №14 реперде – тереңдігі 5 м – (21) 60 см-ді құрады.

Тәжірибеде көрсеткендей сейсмикалық шөгуі модулінің көрсеткіші өсіп келе жатыр *ерішамен*10 тереңдікке және тереңдіктің одан әрі ұлғаюына қарай оның мәнінің төмендеуі байқалады. Сейсмикалық шөгу модулі өзгеруінің мұндай сипаты табиғи қысымның тереңдігіне және грунт тығыздығына байланысты.

Түйінді сөздер: грунт, сейсмикалық шөгу деформациясы, сары грунттар, дірілдеткіш, зерттелген грунттар, тереңдігі, репер, тербеліс, табиғи қысым, ішкі үйкеліс бұрышы.

ӘОК 537.621

[1] S.K. Nyssanbaeva, [2]G.K. Turlybekova, M. Ismagulova

PRODUCTION AND APPLICATION OF THIN MAGNETIC FILMS

Summary. In the proposed work of this concept of the magnetic storage device of the operating system. As an operating system, the magnetic properties of thin SiO_2/NiFe(d)/Ta and SiO_2/NiFe(d)/Ru nanocomposite films are considered and the results of their role in operational storage devices are presented.

Key words: nanocomposite magnetic material thin film memory, the memory hysteresis loop, the domains of ferromagnets.

[1]С.Қ. Нысанбаева, [2]Г.Қ. Тұрлыбекова, [2]М.Ш. Исмагулова
([1]Ғ.Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы қ., Қазақстан Республикасы
SATBAYEV UNIVERSITY, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
nysanbaeva_s@mail.ru, gul_tk@mail.ru)

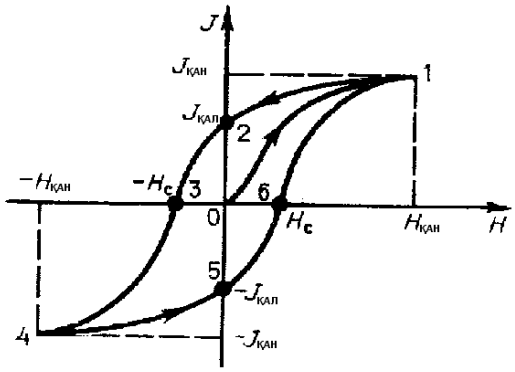
ЖҰҚА ҚАБЫРШЫҚТЫ МАГНИТТІ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. Бұл жұмыста есте сақтау құрылғысының магнитті оперативті жүйесіне түсініктеме берілді. Оперативті жүйе негізінде нанокомпозитті SiO_2/NiFe(d)/Ta және SiO_2/NiFe(d)/Ru жұқа пленкалардың магнитік қасиеттері қарастырылып, олардың есте сақтау құрылғыдағы алатын орны мен бағалауларына жүргізілген зерттеу нәтижелері келтірілді.

Кілт сөздер: магнитті нанокомпозитті материал, жұқа қабыршықты, есте сақтау жадысы, гистерезис тұзағы, ферромагнетиктегі домендер.

Жұқа магниттік қабыршықтардың кристалдық құрылымы мен қасиеттерін сипаттауға көптеген мақалалар, шолулар, монографиялар арналған [1-3]. Ең алдымен, бұл ферромагниттік қабыршықтардың физикалық қасиеттерін зерттеу магниттік құбылыстар физикасындағы іргелі мәселелерді шешумен, ферромагнетизм теориясының дамуымен байланысты. Жұқа қабыршықтарды зерттеу, ферромагнетиктердің магниттік қасиеттері туралы жаңа және құнды ақпаратты алуға, магнетизм саласындағы көптеген мәселелер бойынша біздің біліміміздің тереңдетуге мүмкіндік береді. Мысалы, жұқа қабыршықтарды зерттеу ферромагнетиктердің анизотропиясының физикалық сипатын айтарлықтай кеңейтіп, жаңа физикалық құбылыстарды табу үшін түрлі магнитизациялау процестерін анықтауға және зерттеуге мүмкіндік берді. Осы құбылыстардың бірі - үлкен магниттік кедергі өзіне назар аудартып, ал соңғы жылдарда жан-жақты зерттеу тақырыбына айналды. Бұл магниттік материалдардың құрылымдық сипаттамалары мен физикалық қасиеттері арасындағы қатынастарды зерттеу мүмкіндігін кеңейтеді. Жұқа ферромагниттік қабыршықтардың физикалық қасиеттерін зерттеу, микроэлектроникада және компьютерлік технологияда практикалық қолдану тұрғысынан да қызықты. Жұқа қабыршықтарды қолданудың ең маңыздысы, оларды жады құрылғыларындағы (ЖҚ) ақпаратты жазу мен сақтауға арналған магниттік орта болып табылады. Магнитті жұқа қабыршықтардың ерекшеліктері – оларды пайдалану ақпаратты жазу мен жады құрылғыларының өнімділігінің тығыздығын арттырады (ЖҚ). Сақтау құрылғылары ақпараттың сенімді және ұзақ сақталуын, қысқа уақытта қол жеткізуді, ақпараттық бірліктерді сақтаудың төмен құны, жоғары тығыздықты және жазу жылдамдығының жоғарылығын қамтамасыз етуі тиіс. Осы талаптарды қанағаттандыру үшін жұқа қабыршықтар құрылымдық және магниттік сипаттамалардың белгілі бір жиынтығына ие болуы керек. Мұндай ферромагнетик жұқа қабыршықтарды магнитті қасиеттерін қалыптастыру механизмін білу арқылы ғана алуға болады. Ферромагнетикті магниттеу процесінің негізгі ерекшелігі *гистерезис тұзағы* болып табылады. Ферромагниттік үлгіні магниттеудің B (B_0) тәуелділік қисығы күрделі түрдегі тұзақтан тұрады, оны гистерезис тұзағы деп атайды (1 сурет). Бастапқыда ферромагнетик қанығуға дейін магниттеледі (1 нүкте, сурет), сонан кейін өріс кернеулігінің (Н) азаюы нәтижесінде магнитсіз денеді, 1-2 қисығы, 1-0 қисығынан жоғары орналасқан. Н=0 ($\vec{B}$ =0) болғанда, J нөлге тең болмайды, яғни магниттеліну жоғалмайды. Қалдық магниттелінуінің $j_{кал}$ бар болуы тұрақты магниттерді жасауға мүмкіндік береді. Ферромагнетикті магнитсіздендіру үшін магниттеу өрісі бағытына қарама-қарсы бағыттағы өрісті H пайдалану керек. Бұл кернеулік H_C

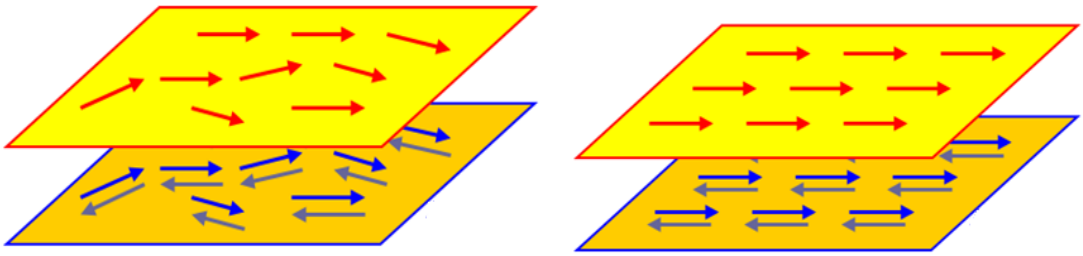
коэрцитивтік күш деп аталады. Әрі қарай қарама-қарсы бағыттағы өрісті арттырғанда, ферромагнетик қайтадан магниттеледі (3-4 қисығы), 4 нүкте қанығуға сәйкес келеді, мұнда $H = -H_c$.. Ферромагнетикті магнитсіздендіруге (4-5-6 қисығы) және қайтадан қанығуға дейін магниттеуге (6-1 қисығы) болады.



1-сурет. Гистерезис қисығы.

Бұл қисық - *гистерезис тұзағы* деп аталады (осындай тұзақ *J-H* диаграммасы бойынша да алынады). $j_{қал}$ (не $B_{қал.}$), H_c және μ_{max} шамалары ферромагнетиктің негізгі сипаттамалары болып табылады. Егер H_c үлкен шама болса, ферромагнетик қатаң деп аталады. Қатаң ферромагнетикке кең тұзақ тән. Егер H_c аз шама болса, ферромагнетик – жұмсақ (гистерезис тұзағы енсіз) деп аталады.

Оперативті есте сақтау жады құрылғысы коэрцитивтік күштің шамасына тәуелді болады, неғұрлым коэрцитивті күштің шамасы азайған сайын, есте сақтау құрылғысының сипаттамалары артады. Оны ферромагнетиктердегі домендердің бағдарлану тәуелділігімен түсіндіруге болады. Сыртқы магнит өрісі жоқ кезде домендер ферромагнетикте бейберекет орналасады. Сыртқы магнит өрісін бергенде домендердің бағыты сыртқы магнит өрісі бағытымен бағдарлануға ұмтылады (2-сурет). Ферромагнетикті магнитсіздендіргенде домендердің бағыты ретсіз күйге келеді. Осылай айнымалы магнит өрісі әсерінен домендердің бағытын өзгерте отырып, магниттік жұқа пленкаларға түскен ақпараттарды өңдеуге және сақтауға болады [4,5].



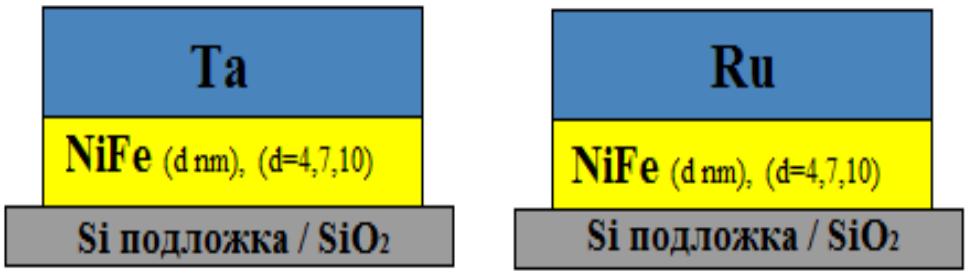
2-сурет. Магниттік домендік құрылымның схемалық көрінісі

Оперативті есте сақтау жады құрылғыларына шолу жасай кетсек: 1971-2002 жж. аралығында дискета қолданыста болды, олардың жады көлемі – 2,88 Мб; 1979 жылдан бастап CD, CD-R компакт дискілері қолданысқа енді, жады көлемі – 700 Мб; 1996 жылдан бастап алғашқы DVD дискілері шығарыла бастады, жады көлемі – 4,7-17,1 Гб; 1999 жылдан бастап флешкалар кеңінен қолданыла бастады және олардың жады көлемі – 80 Гб-қа дейін.

Қазіргі уақытта жұқа магнитті қабыршықтарды алудың келесі нанотехнологиялық әдістері бар:

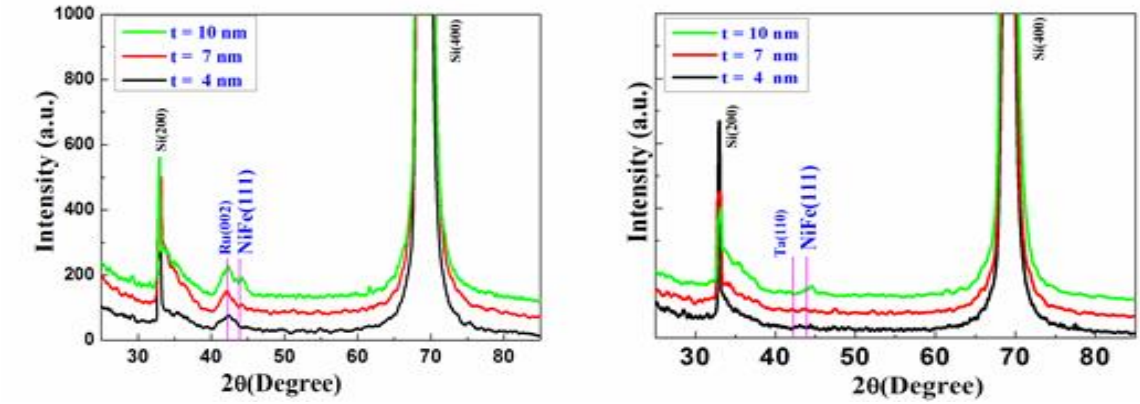
– жұқа қабыршықтарды вакуумде термиялық буландыру;
– катодты тозаңдандыру;
– магнетронды тозаңдандыру;
– ионды-плазмалық тозаңдандыру;
– электролитті шөгінділер;

Магнетронды тозаңдандыру әдісімен алынған магнитті оперативті есте сақтау құрылғысы болатын жұқа қабыршықты SiO_2/NiFe(d)/Ta және SiO_2/NiFe(d)/Ru нанокомпозитті материалдарды қарастырамыз [6,7]. Материалдардың схемасы 3 суретте келтірілген.



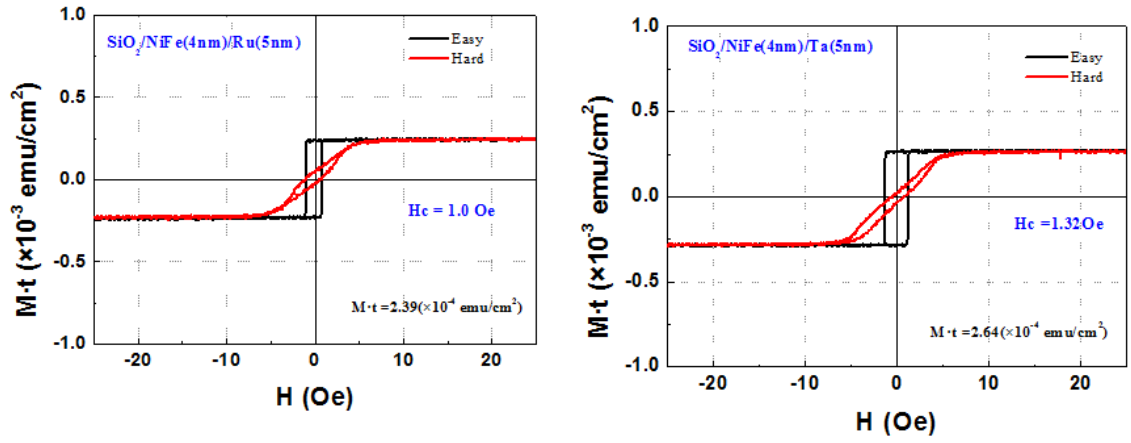
3-сурет. SiO_2/NiFe(d)/Ta және SiO_2/NiFe(d)/Ru нанокомпозитті жұқа магнитті қабыршықтардың схемасы

Жұқа магнитті SiO_2/NiFe(d)/Ta және SiO_2/NiFe(d)/Ru нанокомпозитті материалдардың төменгі қабаты кремний диоксидінен (SiO_2) және бетіне тозаңдандырылған магнитті жұқа қабат NiFe тұрады.NiFe қабаты d= 4 ,7, 10 нм құрайды. Бетін қорғаушы қабат Ta және Ru - мен тозаңдандырылды. Алынған жұқа магнитті SiO_2/NiFe(d)/Ta және SiO_2/NiFe(d)/Ru нанокомпозитті жұқа қабыршықтарды рентгенқұрылымдық талдау әдісімен зерттелді. Рентгенқұрылымдық талдаудың нәтижесі 4-суретте көрсетілген.



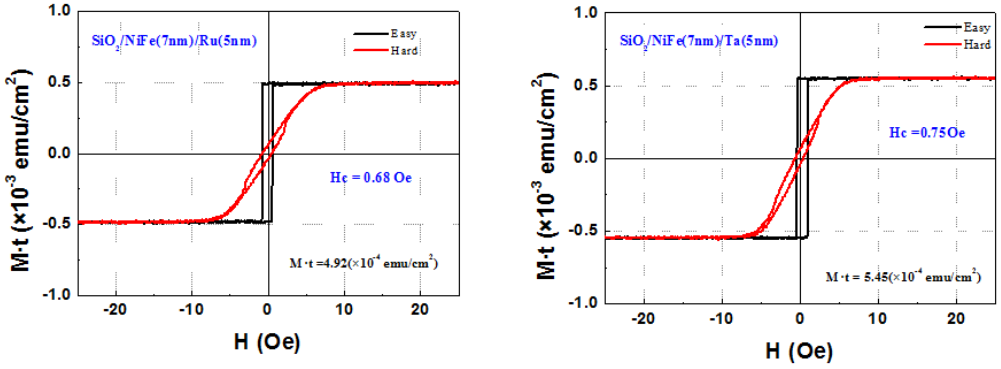
4-сурет. SiO_2/NiFe(d)/Ta және SiO_2/NiFe(d)/Ru жұқа магнитті нанокомпозитті қабыршықтардың рентгенқұрылымдық талдауы (XRD)

Вибрацияланатын үлгі әдісімен жұқа магнитті SiO_2/NiFe(d)/Ta және SiO_2/NiFe(d)/Ru қабыршықтардың магниттік қасиетін түсіндіретін гистерезис тұзағы 5-7 суреттерде келтірілген. 5 суретте NiFe жұқа магнитті қабыршықтардың қалыңдығы 4нм.



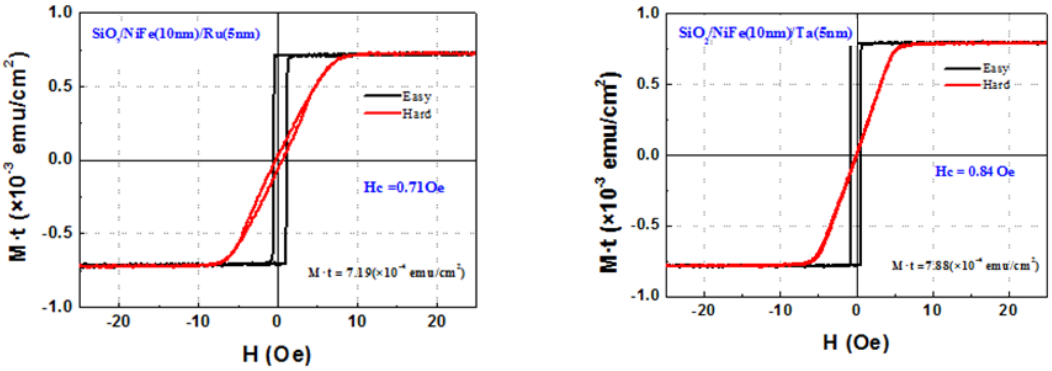
5-сурет. SiO_2 / NiFe (d=4нм)Ta және SiO_2 / NiFe / Ru үшін гистерезис тұзағы.

6 суретте NiFe магнитті жұқа қабыршықтардың қалыңдығы 7 нм



6-сурет. SiO_2 / NiFe (d=7нм)Ta және SiO_2 / NiFe / Ru үшін гистерезис тұзағы

7-суретте NiFe магнитті жұқа қабыршық қалыңдығы 10 нм



7-сурет. SiO_2 / NiFe (d=10нм)Ta және SiO_2 / NiFe / Ru үшін гистерезис тұзағы

Бұл суреттерден SiO_2/NiFe/Ta және SiO_2/NiFe/Ru жұқа магнитті қабыршықтардың қорғаушы қабаты Ru болғандағы гистерезис тұзақтарының коэрцитивті күші қорғаушы қабат Та болғандағыға қарағанда аз екендігі көрінеді. Сондықтан, магнитті оперативті жады ретінде жұқа магнитті пленкалардың бетіне Та қорғаушы қабатына қарағанда Ru қабатын қолдану тиімді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Панфилов С., Нанесение тонких пленок в вакууме. //Технологии в электронной промышленности – 2007 г. – № 3. С. 255–289.

[2] Nikitov S.A., Nikulin J.V., Dzumaliev A.S., Kozhevnikov A.V. Ferromagnetic Resonance Characterization of the Nanoislands Films Magnetics // Abstract of international conference INTERMAG. –2006. – С.255

[3] Казаков В.Г. Тонкие магнитные пленки // Соросовской образовательный журнал. – 1997. – №1. – С. 107–114.

[4] Иванов А.А., Лобов И.В., Воробьёв Ю.Д. Некоторые механизмы закрепления доменных границ в тонких магнитных плёнках // ФММ. – 1994. – Т. 58, №1. –С. 11–20.

[5] Lu H. M., Zheng W. T. and Q. Jiang //Saturation magnetization of ferromagnetic and ferromagnetic nanocrystals at room temperature / J. Phys. D: Appl. Phys. –2007. – № 40. – P. 320.

[6] Shadeke B., Kezilebeke S., Ali M., Gunnella R. Magnetic properties of ultrathin Ni_8Fe_{19} films with Ta and Ru capping layers // Condensed Matter.25 – 2013. –№476003. – P.6.

[7] Омаров С.С., Бейсен С., Нысанбаева С.К., Бегимов Т, Бедельбаева Г.Е. Магнитная вязкость в тонких пленках наноматериалов // Сборник тезисов Международного научного симпозиума «Новые концепции в физике конденсированного состояния». – Алматы, 2014. – С. 78–79.

Нысанбаева С.Қ., Тұрлыбекова Г.Қ., Исмагулова М.Ш.

Получение и применение тонких магнитных пленок

Резюме. В предложенной работе даны понятия запоминающего устройства магнитной оперативной системы. В качестве оперативной системы рассмотрены магнитные свойства тонких нанокомпозитных пленок SiO_2/NiFe(d)/Ta и SiO_2/NiFe(d)/Ru и приведены результаты исследований их роль в оперативных запоминающих устройствах.

Ключевые слова: нанокомпозитный магнитный материал, тонкая пленка, оперативная запоминающая память, петля гистерезиса, домены ферромагнетиках.

УДК 537.621

[1] S.K. Nyssanbaeva, [2]G.K.Turlybekova

DEVELOPMENT OF ACOUSTIC INTERFEROMER FOR RESEARCH OF COEFFICIENT OF ULTRASONIC ABSORPTION OF CONDENSED MEDIA

Summary. An acoustic interferometer was developed, which allows to measure the sound absorption coefficient in condensed matter, including thin-film materials in the ultrasonic frequency range. The interferometer differs from the traditional one used in that the sample holder is improved, which makes it possible to fix the stationary state of both massive and thin-film materials.

Key words: acoustic interferometer, sound absorption coefficient, thin-film material, acoustic impedance.

[1]С.К. Нысанбаева, [2]Г.К. Турлыбекова
([1]Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева, г. Алматы, РК
[2]Satbayev University, г. Алматы, РК
nysanbaeva_s@mail.ru, gul_tk@mail.ru)

РАЗРАБОТКА АКУСТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОГЛОЩЕНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Аннотация. Все акустические интерферометры, известные по многочисленным публикациям, позволяли измерять коэффициент звукопоглощения в звуковом диапазоне частот. Однако развитие дальнейших исследований, например, для тонкопленочных нанокомпозитных материалов, потребовало измерений в ультразвуковом диапазоне частот.

В данной работе разработан акустический интерферометр, который отличается от традиционно используемого тем, что усовершенствован держатель образцов дающий возможность фиксировать неподвижное состояние как массивных, так и тонкопленочных материалов, также рассматривается методика измерения коэффициента звукопоглощения, позволяющая исследовать КЗП в ультразвуковом диапазоне частот. Акустический интерферометр, выполненный для данных исследований, соответствует Международным стандарту ISO 10534-2: 1998г. (Американское общество по испытанию материалов в Ассоциации ASTME1050-12). Результаты измерения коэффициента ультразвукового поглощения в конденсированных средах, сравниваемые с расчетными данными, показали достаточное согласие.

Ключевые слова: акустический интерферометр, коэффициент звукопоглощения, тонкопленочный материал, акустический импеданс.

При попаданий звуковой волны на звукопоглотитель часть ее энергии поглощается, а часть отражается. В этом случае коэффициент звукопоглощения имеет вид,

$$\alpha = \frac{E_{погл}}{E_{пад}},$$

где $E_{погл}$ – доля энергии, поглощающий данным материалом, $E_{пад}$ – энергия падающей звуков волны, α – коэффициент звукопоглощения. Результаты оценки коэффициента звукопоглощения изложены в работах [1-5]. Поведение звуковой волны может быть характеризовано акустическим импедансом образца Z_n. Акустический импеданс образца определяется как отношение звукового давления, действующего на поверхность образца к соответствующей скорости частицы, перпендикулярной к поверхности. Так как звуковое давление и скорость частицы не всегда перпендикулярны к поверхности образца, то нормальный акустический импеданс может быть комплексным и может быть записан как сумма действительных и мнимых частей, то есть: Z_n= (компонент имеющий сопротивление) + j (реактивный компонент). Поэтому для трубы постоянной волны мы имеем:

$$Z_n = \frac{p_i + p_r}{V_i + V_r} \quad , \tag{1}$$

где p_i и p_r — звуковое давление падающей и отраженной волн, V_i и V_r — их соответствующие скорости частиц. Теперь *p* и *V* связаны с характерным импедансом воздуха, ρ*c* в пределах трубы. Эту величину, иногда называют удельным акустическим импедансом воздуха. Для температуры воздуха 20°C и стандартного атмосферного давления 101,3 кПа, плотности воздуха ρ - 1,21 $кг/м^3$ и скорости звука - 343 м/с, стандартный акустический импеданс воздуха равен 415 $кг/м^2 \cdot с$. Поэтому,

$$p_i = \rho \cdot c \cdot V_i \tag{2}$$

$$p_i = \rho \cdot c(-V_i) \tag{3}$$

Следовательно,

$$Z_n = \left(\frac{p_i + p_r}{p_i - p_r} \right) \cdot \rho \cdot c \tag{4}$$

$$Z_n = \left(\frac{1 + \frac{p_r}{p_i}}{1 - \frac{p_r}{p_i}} \right) \cdot \rho \cdot c \tag{5}$$

Теперь p_i и p_r связаны следующим выражением:

$$p_r = p_i \cdot R \cdot \exp(j\Delta) \tag{6}$$

где R —модуль коэффициента отражения, Δ —фаза коэффициента отражения. Поэтому,

$$Z_n = \left(\frac{1 + R \cdot \exp(j\Delta)}{1 - R \cdot \exp(j\Delta)} \right) \cdot \rho \cdot c \tag{7}$$

Это уравнение может быть написано как

$$Z_n = (\mathrm{Re}(Z_n) + j\,\mathrm{Im}(Z_n)) \cdot \rho \cdot c \tag{8}$$

откуда можно показать, что,

$$\mathrm{Re}(Z_n) = \frac{1 - R^2}{1 + R^2 - 2R\cos\Delta} \tag{9}$$

$$\mathrm{Re}(Z_n) = \frac{2R\sin\Delta}{1 + R^2 - 2R\cos\Delta} \tag{10}$$

Акустический импеданс может быть определен, если известен коэффициент отражения *R* и угол фазы Δ. Коэффициент оотражения может быть определен:

$$R = \frac{n-1}{n+1}$$

Чтобы определить угол фазы, необходимо рассмотреть величины p_r и p_i как векторы, вращающиеся в направлениях, обозначенных на рисунке 1 угол фазы между векторами, Δ.

Запишем p_r и p_i соответственно как:

$$p_r = A\exp(j2\pi ft) \tag{11}$$

$$p_r = B\exp\left[j(2\pi ft - 2\pi f \frac{2y}{c}\Delta) \right] \tag{12}$$

где, $c = f\lambda$.

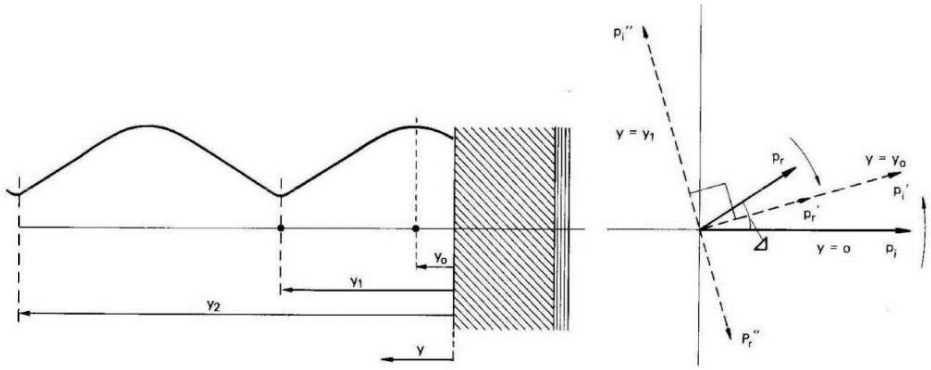


Рис. 1. Векторная диаграмма, показывающая отношения фазы между прямым p_i и отраженным p_r давлениями волны

Тогда поделив уравнение (12) на уравнение (11) получим:

$$p_r = \frac{B}{A}\rho_i \exp\left[-j(4\pi\frac{y}{c}-\Delta)\right] \tag{13}$$

p_r это минимум для

$$\frac{4\pi y_i}{\lambda}-\Delta=\pi \tag{14}$$

$$\Delta=(\frac{4y_i}{\lambda}-1)\pi \tag{15}$$

На расстоянии y_o, перед образцом угол фазы между прямой и отраженной волной равен нулю. Как показано на рисунке 1 y_0 положительная величина для положительного и отрицательного Δ. В этой точке давление максимальное. Отрицательное значение y_0 означает, что максимум давления расположен в пределах образца, между поверхностью образца и твердого металлического конца трубы. Максимальное звуковое давления происходит на расстоянии y_1, где эти два вектора на рисунке 1 составляют 180° или π радиан в фазе.

Длина волны λ, можно измерить с помощью осциллятора. В случаях, где второй минимум может быть измерен на расстоянии y_2, расстояние $y_2 - y_1$ приводят к половине длины волны так, чтобы уравнение (15) стало:

$$\Delta=(\frac{2y_i}{y_2-y_1}-1)\pi \tag{16}$$

Зная Δ и коэффициент поглощения α, реактивные части имеющие сопротивление нормального акустического импеданса могут быть найдены из рисунка 1, или, вычисляя реальные и мнимые части в уравнениях (11) и (12).

Акустический интерферометр соответствовал Международному стандарту ISO 10534-2: 1998г. (Американское общество по испытанию материалов в Ассоциации ASTME1050-12) [6,7] рис. 2.



Рис. 2. Акустический интерферометр

Акустический интерферометр состоит из:
- 2 микрофона PCB 377B02;
- Динамик JBL 2426J;
- Импедансная труба.

Схема акустического интерферометра показана на рисунке 3

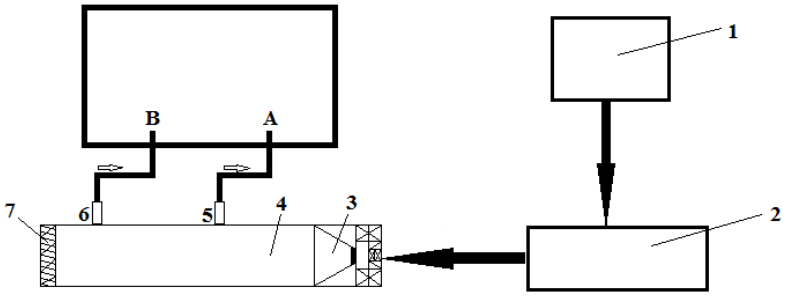


Рис. 3. Схема акустического интерферометра
1–звуковой генератор; 2–анализатор звука; 3–динамик; 4–труба интерферометра;
5,6–фиксатор узла (микрофоны); 7–исследуемый материал

Материал следует вырезать так, чтобы это соответствовало внутреннему диаметру держателя, в то время как поглотительный материал с твердой пластиной покрытия, например, акустический материал, нужно вырезать так, чтобы твердая пластина соответствовала внешнему диаметру держателя, и мягкая поддержка соответствовала внутреннему диаметру держателя как показано на рисунке 4.

Устанавливая материал, таким образом, фронтальная пластина твердо закрепляется. Зажим закрепления должен быть сильно ввернут, чтобы предотвратить появление колебаний.

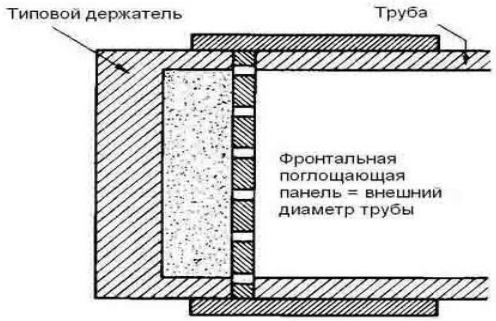


Рис. 4. Установка поглощающего материала в трубе

В таблице 1 приведено сравнение экспериментальных и расчетных данных по определению коэффициента звукопоглощения.

Таблица 1. **Сравнительная таблица коэффициента звукопоглощения железа**

Частота (Гц)	Коэффициент звукопоглощения на интерферометре	Коэффициент звукопоглощения теоретические расчеты	Ошибки в результатах
350	0.242	0.223	0.019
500	0.1911	0.181	0.0101
620	0.173	0.165	0.008
800	0.162	0.153	0.009
1000	0.107	0.115	-0.008
1400	0.0749	0.084	-0.0091
1800	0.091	0.085	0.006
2000	0.075	0.069	0.006
2300	0.075	0.072	0.003

Для проверки акустического интерферометра было проведено сравнение теоретических расчетов с экспериментальными данными (рис 5).

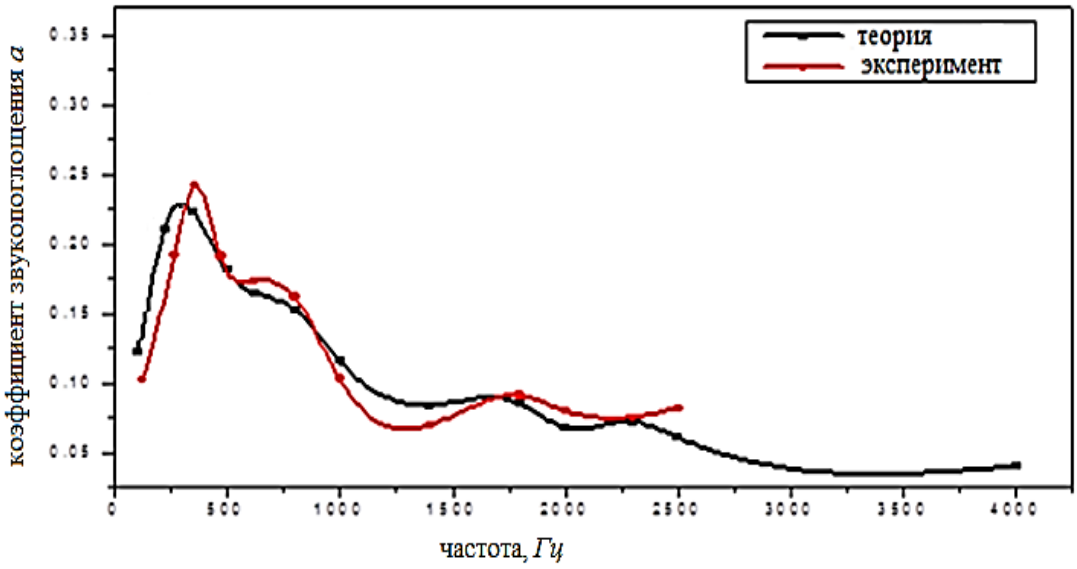


Рис. 5. Сравнение экспериментальных и расчетных данных по коэффициенту звукопоглощения

Красная линия представляет экспериментальные данные. Разница между экспериментальными результатами и теоретическими расчетами составляет 7,5% [10,11].

Вывод: Разработан акустический интерферометр, который позволяет выполнять измерения ультразвуковых характеристик в конденсированных средах, в том числе и в тонкопленочных материалах. Полученные результаты измерений показали хорошее согласие с теоретическими расчетами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Омаров С.С. Инженерная акустика. Учебник. //КазГАСА./ МОН. –2002. – С.10-15.

[2] Тукибаева М.А., Нысанбаева С.К., Коноваленко Е. Расчет скорость звука в бетонах. //Труды I Международной научной конференции «Инновационные технологии и передовые решения» I том. – Бишкек, 2013, май 16-17. – С. 306-309.

[3] Омаров С.С., Бегимов Т.Б., Тукибаева Р.М., Рахматуллаев Р.М. Оценка коэффициента звукопоглощения при взаимодействии ультразвуковых колебаний с твердыми кристаллическими веществами. // «Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева» . – 2013.– № 1 (95). – С. 172-175.

[4] Омаров С.С., Тукибаева М.А., Нысанбаева С.К., Аманжолова А.А. Оценка амплитудного пространственного коэффициента звукопоглощения в кристаллических структурах. // Труды международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтение». – Алматы, 2013. – С.538-541.

[5] Боголепов И.И. Архитектурная акустика. Учебник-справочник. – Судостроение, СПб, 2001.

[6] Daniel Castro. Application for measuring material acoustic properties in an impedance tube, 2010.

[7] ASTM E1050, Standard test method for impedance and absorption of acoustical materials using a tube, two microphones, and a digital frequency analysis system.

[8] Seybert, A. F., and Ross, D. F., Experimental Determination of Acoustic PropertiesUsing a Two-Microphone Random-Excitation Technique, J. Acoust. Soc. Am.,Vol.61,No.5,pp.1362-1370,1977.

[9] Chung, J. Y., and Blaser, D. A., Transfer Function Method of Measuring In-Duct. Acoustic Properties I. Theory and II. Experiment, J. Acoust. Soc. Am., Vol. 68, No.3, pp. 907-921, 1980.

[10] Нысанбаева С.К., Турлыбекова Г.К., Майлина Х.Р., Манабаев Н.К., Омаров Т.К., Мырзашева Ф.Т Исследование коэффициента ультразвукового поглощения в конденсированных средах на акустическом интерферометре // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. – 2017. – №4 (317). – С. 266–273.

[11] Nyssanbayeva S. K., Omarov S. Acoustic Studies of Thin Film Composite Materials, International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Vol.11, Number 5 (2016) pp 3438-3441

Нысанбаева С.Қ., Тұрлыбекова Г.Қ.

Конденсирленген орталардағы ультрадыбыстық жұтылу коэффициентін зерттеу үшін акустикалық интерферометр құрастыру

Түйіндеме. Конденсирленген орталардағы, атап айтқанда, жұқа қабыршықты материалдардағы ультрадыбыстық жұтылу коэффициентін зерттеу үшін акустикалық интерферометр құрастырылды. Аталған интерферометрдің дәстүрлі интерферометрлерден айырмашылығы үлгілерді ұстағыш жетілдірілген, яғни массивті, сондай-ақ, жұқа қабыршықты материалдарды қозғалмайтындай етіп ұстап тұру мүмкіндігіне ие.

Түйін сөздер: акустикалық интерферометр, дыбысжұту коэффициенті, жұқақабыршықты материал, акустикалық импеданс.

УДК 338.28:005.8(574)

K. Turkebayeva
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

THE ROLE OF PROJECT MANAGEMENT IN THE IMPLEMENTATION OF PRIORITY GOVERNMENT PROJECTS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. The paper focuses on the issues of project management in the implementation of government projects of the Republic of Kazakhstan. Current trends in project management are characterized by active cooperation between government agencies and business. It is noted that there is the introduction of project approach in the organs of government. The article presents the basic principles of project approach, the analysis of foreign experience in introducing the project approach in government. A number of constraining factors affecting the results of individual projects is provided. The work on the analysis of project activities in the public sector in the conditions of developing project management was made. Despite a number of constraining factors, the situation in the country strengthens the role of project management in the implementation of priority government projects.

Keywords: project management, government projects, programs, project approach, organs of government, project office, methodology, standards.

In the conditions of the innovative orientation of the country's economy, project management is becoming increasingly relevant, as specific technology of management and forms are needed to achieve particular goals and objectives. The project approach is one of such technology.

Technology of management has two independent meanings:

– as a science (management field) which studies the algorithms of information processing and decision-making made by the personnel using technical means;

– as a technology (process) which is a goal-oriented sequence of tasks and management operations, the result is a decision made and implemented.

Technology of management as a science was actively developed in the 60-80s of the XX century in a number of research institutes of the former USSR and allowed to develop classifiers of management functions and tasks, models for designing and optimizing typical management processes, standard hours for management tasks and operations.

The project approach consists in the project method of organizing and managing a business.

The existence of various approaches is associated with a wide range of areas in which the project approach is applied. The common denominator for all definitions is a set of unique opportunities and limitations, pursuit of system formation, with the help of which the focus on results are revealed.

Areas of application of the project approach is quite large, almost in all sectors of economic and social activity.

The emergence of project management was due to the need for massive transformational changes in the defense sector. Main approaches and methods of project management were proposed in this sector. Later, these tools were actively used not only in the public sector, but also in business.

Project management becomes especially significant during the period of crises. According to Kerzner, one of the world's leading experts, in the difficult market and financial situation, careful selection of projects and their faultless implementation is preferable to staff reduction [1]. Moreover he believes that companies that do not practice project approach should use it not only as an effective way to survive, but also for growth in difficult conditions.

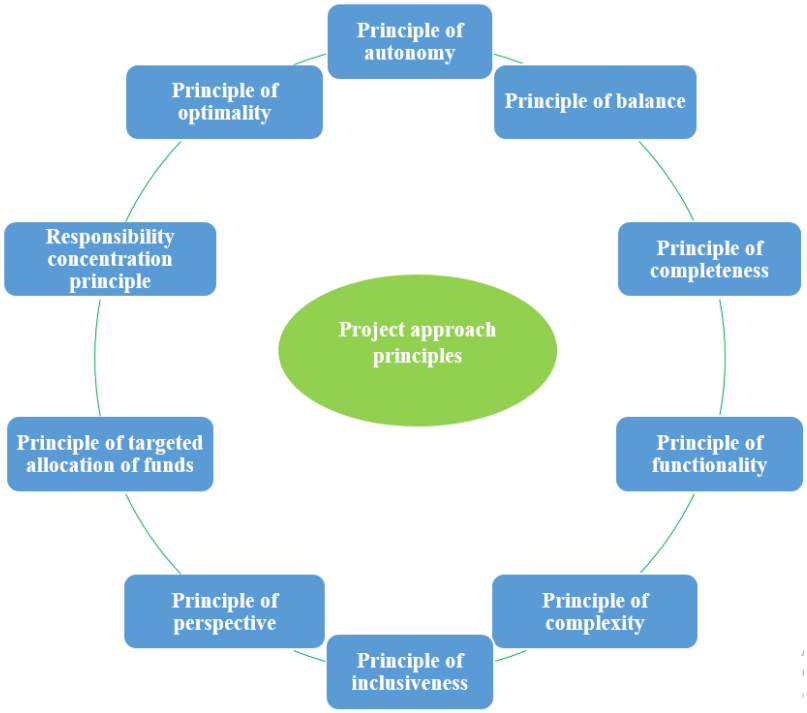


Figure 1. Principles of project approach

Current trends in project management are characterized by active cooperation between government agencies and business. Also it is noted that there is the introduction of project approach methodology in the organs of government. For example, the Major projects authority (MPA) was created in the United Kingdom in 2011. The need for such a state-level project office was caused by problems with government projects. The MPA works with HM Treasury and other government departments to provide independent assurance on major projects. It also supports colleagues across departments to build skills and improve the way it manages and delivers projects. The MPA is part of the Efficiency and Reform Group in the Cabinet Office. It assures supports and reports on the Government Major Projects Portfolio (GMPP), which covers around 200 major projects with a total whole life cost approaching £500 billion. Among them are infrastructure development projects, defense projects, information technology projects [2]. Similar project offices exist in Australia, Singapore and Canada [3].

The P2M methodology (Project and Program management) was developed in Japan to implement government programs and infrastructure development projects. Today, this model is used worldwide as a tool for introducing innovations.

The assessment model of organization maturity in the field of project, program and portfolio management was developed in the United Kingdom. The procedure is mandatory for all government organizations in Australia since 2011. It allows improving competencies within an integrated organization development program.

Government organizations in different countries use specific models for assessing the competence of project management specialists. For example, in the United States of America, a certification system is associated with competency in the contract management. In Australia, most of the competencies in the certification system relate to project management, but there are competencies in the delivery of public services.

Today, there is the increasing tendency of international projects in the world's economy. Many representatives of government agencies abroad note the importance of project management for the state's economy, its development and competitiveness. Accordingly, in Kazakhstan it is necessary to develop its own methodologies and standards in the field of project management, as there is no common center of project management and the united approach and methodology has not been developed and approved at the level of national standards [4].

In general, project management in the country was actively developed after the global economic crisis of 2008-2010.

Foreign companies entering the Kazakhstani market in 2000s noted the lack of project management in the implementation of projects. Customers were both public and private clients who understood the advantages and benefits of project approach. Project management is in demand in government agencies. Project offices were established under the Office of the Prime Minister, the Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan, and the Supreme Court. Various ministries and departments apply project management in the implementation of state tasks.

In the UK, the British project management standard BS6070 has been adopted at the national level. The PRINCE2 methodology is used within the framework of the British standard, the owner of Prince 2 is the British company AXELOS. This is a joint venture founded in 2013 with the participation of the British cabinet of ministers and Capita pls that owns 49% and 51% of AXELOS respectively. The company Capita pls is a developer of the methodology, which allows using the PRINCE2 methodology at the state level in the implementation of projects.

Project approach is an effective way of achieving the planned results, since it defines the common ultimate goal, the areas of responsibility of all participants, provides for monitoring and control at each stage of the program.

In recent years, a significant emphasis on the application of project approach for the implementation of state programs has been placed in the Republic of Kazakhstan. Government programs are considered as an instrument of interaction between strategic and budget planning.

Government programs include a complex set of goals and objectives, public policy instruments that provide strategic priorities in the socio-economic area [3].

The implementation of government programs in Kazakhstan is aimed at improving the quality of life, developing innovations and modernizing the economy. The structure of budget expenditures in billion tenge is presented in Figure 2.

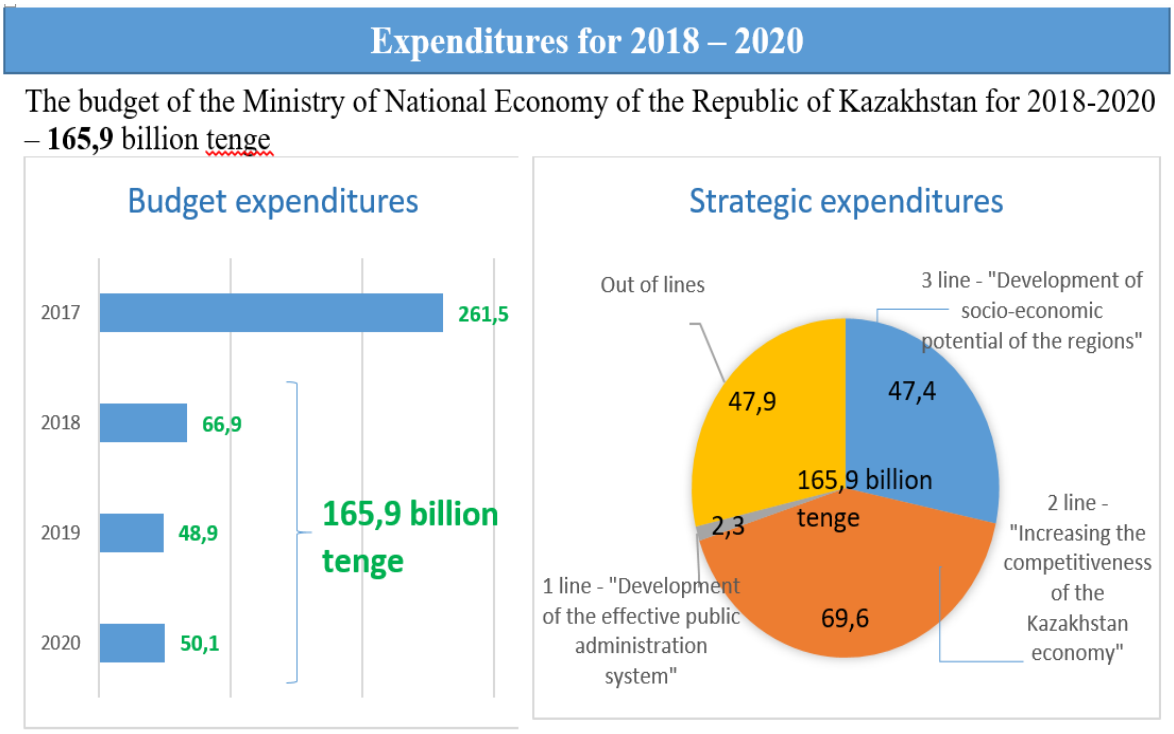


Figure 2. Structure of budget expenditures of the Republic of Kazakhstan
Source: https://economy.gov.kz/ru/pages/o-pereutverzhdenii-byudzhetnyh-programm-ministerstva-nacionalnoy-ekonomiki-respubliki-2

The project office established in the Office of the Government of the Republic of Kazakhstan will provide coordination and monitoring of the implementation of the President's Message [5]. Five priority directions have been identified, within which priority projects and 81 actions will be implemented.

Table 1 **Priority directions of the President's Message implementation**

	Priority directions	Measures and actions
1	«Modern effective state»	11 measures and actions aimed at formulating propositions on the work plan of the National Commission for Modernization, enhancing the quality of work with appeals of citizens and organizations, stage-by-stage reduction in the number of employees of government and national companies by 25%, allowing peaceful rallies in certain places, taking into account accessibility for participants.
2	«Ensuring the rights and security of citizens»	15 measures and actions to improve the quality of court decisions, testing the "Digital judicial practice analytics system", reorganizing the work of the Administrative Police Committee based on international best practices.
3	«Intensively developed and inclusive economy»	27 measures and actions to diversify the economy, development of business and banking sector, tax and budget legislation. For micro and small businesses within the framework of the "Business Roadmap-2025", measures of government support for new and social projects will be implemented.
4	«The new stage in social modernization»	18 measures and actions to expand housing loan under the "With Diploma to the Village" program, analyze the number of universities, increase the remuneration of teachers, employees of cultural and art organizations, improve targeted social assistance, introduce a guaranteed social package for children from low-income families.
5	«Strong regions - strong country»	10 measures and actions to revise the assessment system of local executive bodies, expand the competencies of akimats of three large cities, reduce the number of housing program operators, develop an institute of study the legislation under the Parliament of the Republic of Kazakhstan.

Source: https://www.inform.kz/ru/proektnyy-ofis-pravitel-stva-obespechit-koordinaciyu-i-monitoring-hoda-realizacii-poslaniya-prezidenta-rk_a3564233

The decisions taken should contribute to the implementation of priority projects (programs) in strategic areas of development.

However, regarding the introduction of project approach, experts address a number of constraints affecting the results of individual projects.

They are:

- Insufficient level of quality of staff or employees;
- Low motivation of stakeholders, including top management;
- Insufficiently developed methodology;
- Insufficient interaction of programs at different levels.

Today, there is a rise in demand for complex projects and increasing number of projects aimed at sustainable development. However, existing standards are not well developed in this direction.

The practical importance of project management for the state economy, its positioning at the international level is obvious. This in turn requires the development and improvement of national standards, the training of competent specialists, adaptation to modern international models, and optimization of government organizational structures.

REFERENCES

[1] Kerzner H. Strateging planning for projects management using a project management maturity model. – NY.: John Wiley & Sons, Inc., 2001.

[2] https://www.gov.uk/government/groups/major-projects-authority#responsibilities

[3] Polkovnikov A. V. Management of state projects in different countries. Conference "Practice of the application of project management in the public sector".

https://pmpractice.ru/knowledgebase/publications/?id=3307

[4] https://inbusiness.kz/ru/news/kak-vnedrit-proektnoe-upravlenie-v-kazahstane

[5] https://www.inform.kz/ru/proektnyy-ofis-pravitel-stva-obespechit-koordinaciyu-i-monitoring-hoda-realizacii-poslaniya-prezidenta-rk_a3564233

[6] Kompaneitseva G. A. Project approach: concept, principles, efficiency factors // Scientific and methodical electronic journal "Concept". - 2016. - T. 17. - S. 363-368. http://e-koncept.ru/2016/46249.htm.

[7] Project management in a global crisis. - Moscow branch of the Project Management Institute https: //pmi.ru/articles/articles/1171.

[8] Management of government projects in different countries. - Project practicehttps://pmpractice.ru/knowledgebase/publications/?id=3307&detail=Y.

[9] Project Management Institute (PMI), (2017), A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 6th edition, Pennsylvania: PMI.

[10] Kerzner, H., 2009. Project Management: A System Approach to Planning, Schedulling and Controlling, 10th ed., John Wiley and Sons.

[11] Larson E., Gray C. Project management: the managerial process. Fifth edition. - NY.: McGraw-Hill Companies, Inc., 2011.

[12] Young M., Conboy K. Contemporary project portfolio management: Reflections on the development of Australian competency standard for project portfolio management. - International journal of project management. 2013. - Vol. 31, p 1089-1100.

Туркебаева К.

Қазақстан Республикасының басымды мемлекеттік жобаларын іске асыру кезіндегі жобалық басқарудың рөлі

Түйіндеме. Жұмыста Қазақстан Республикасының мемлекеттік жобаларын іске асырудағы жобаларды басқару мәселелері қарастырылады. Жобаны басқарудың заманауи тенденциялары мемлекет пен бизнестің белсенді ынтымақтастығымен сипатталады. Мемлекеттік органдарға жобалық тәсілді енгізу атап өтілді. Мақалада жобалық көзқарастың негізгі қағидалары, мемлекеттік басқару жүйесінде жобалық тәсіл әдісін енгізудің шетелдік тәжірибесін талдау сипатталған. Жеке жобалардың нәтижелеріне әсер ететін бірқатар тежейтін факторлар атап өтілді. Жобалық басқаруды дамыту контексіндегі мемлекеттік сектордағы жобалық қызметті талдау бойынша жұмысы аталған. Жобалық басқаруды дамыту контексіндегі мемлекеттік сектордағы жобалық қызметті талдау бойынша жұмыс жасалды. Бірқатар тежейтін факторларға қарамастан, елдегі жағдай басымдықты мемлекеттік жобаларды іске асыруда жобаларды басқарудың рөлін күшейтеді.

Түйінді сөздер: жобалық басқару, мемлекеттік жобалар, бағдарламалар, жобалық тәсіл, мемлекеттік басқару органы, жобалық кеңсе, әдіснама, стандарттар.

Туркебаева К.

Роль проектного управления в реализации приоритетных государственных проектов Республики Казахстан

Резюме. В работе рассмотрены вопросы проектного управления в реализации государственных проектов РК. Современные тенденции в управлении проектами характеризуются активным сотрудничеством государственных структур и бизнеса. Отмечается внедрение проектного подхода в органы государственного управления. В статье приведены основные принципы проектного подхода, анализ зарубежного опыта внедрения методологии проектного подхода в органы государственного управления. Отмечены ряд сдерживающих факторов, сказывающихся на результатах отдельных проектов. Проделана работа по анализу проектной деятельности в госсекторе в условиях развивающегося проектного управления. Несмотря на ряд сдерживающих факторов, ситуация в стране способствует усилению роли проектного управления в реализации приоритетных государственных проектов.

Ключевые слова: проектное управление, государственные проекты, программы, проектный подход, органы государственного управления, проектный офис, методология, стандарты.

B. S. Ospan

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, ospan95@gmail.com)

NMR INVESTIGATION OF LIQUID IMPREGNATION IN PAPER

Abstract. This research is about studying of ink impregnation into paper and main method is NMR and MRI spectroscopy. This work was performed on two NMR spectrometers: Bruker Minispec and Bruker Biospec. On Bruker Minispec we measured transverse relaxation time (T_2) and longitudinal relaxation time (T_1) of liquid mixture (water and glycerin) and liquid mixture in the paper. On Bruker Biospec we used imaging on porous media.

Key words: Nuclear magnetic resonance (NMR), Magnetic resonance imaging (MRI), Bruker Minispec and Bruker Biospec NMR relaxometers, porous media.

2. Introduction

Nuclear magnetic resonance (NMR) is a family of analytical methods used mainly in the fields of chemistry, biology, materials science and medicine. NMR and MRI (magnetic resonance imaging) can also be used to study phenomena involving water transfers, in biological tissues (e. g. diffusion maps), energy materials or for process studies in general. These methods are suitable because NMR is chemically selective, non-invasive and non-destructive. However, specially adapted devices often have to be developed because it is not recommended to introduce electrically conductive elements inside the magnet as this causes measurement artifacts. It is also not possible to use magnetic materials.

Measurement of relaxation rates of nuclear magnetization is used to study the dynamics of various molecular processes, such as chemical exchange, self-diffusion, etc.

Several phenomena are to be taken into account in order to describe the relaxation phenomena of nuclear magnetization.

In a real sample, not all magnetic moments resonate at the same frequency because each magnetic moment is immersed in a local magnetic field, a little different from the main magnetic field. The presence of local fields may be due to the inhomogeneity of the static magnetic field on the sample volume, but also to the deliberate application of a magnetic field gradient. The importance of field gradients for the spatial encoding of magnetic moments in imaging will be discussed later in this document. The inhomogeneity of the field creates a dispersion of resonance frequencies: the precession frequency then varies slightly from one point to another in the sample, which quickly reveals a phase shift between the transverse components of the magnetic moments. We are talking about an inhomogeneous effect.

2. Schematic diagram of the NMR relaxometer.

The main part of the NMR relaxometer is a magnet (1 in *Figure 1*), which creates a constant magnetic field of intensity B_0. The magnitude of the constant magnetic field strength of the Bruker minispec relaxometer used in laboratory work is about 0.5 T. This intensity corresponds to the working frequency for protons ν_0 = 20 MHz.

An alternating magnetic field, perpendicular to a constant magnetic field, is created using an inductance coil (2), along the axis of which a test tube with a test sample is located.

To register the NMR signal in the NMR relaxometer, the same transceiver coil (2) is used, the induction emf in which arises due to a change in the magnetic flux Φ during precession of the magnetization vector in the (x, y) plane perpendicular to the direction of the constant field. So, if a coil consisting of n turns of area S each is oriented along the x axis of the laboratory coordinate system, then the voltage induced in the coil is expressed according to Faraday's law by the formula:

$$V = -n\frac{d\Phi}{dt} = -n\frac{d(BxS)}{dt} = -nS\mu_0\frac{dMx}{dt}$$

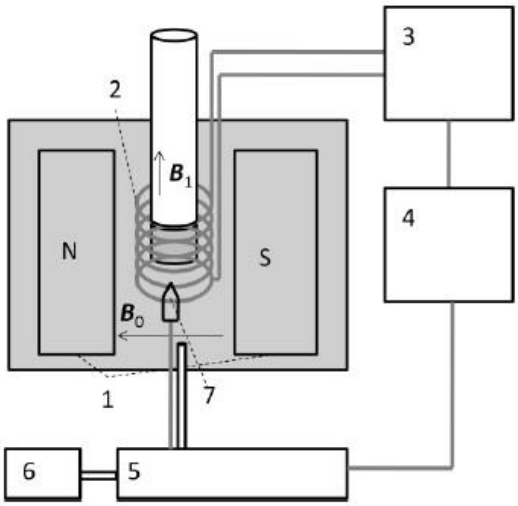


Figure 1. Schematic diagram of the NMR relaxometer: 1 - permanent magnet, 2 - transceiver coil, 3 - pulse generator and radiation receiver, 4 - computer, 5 - sample temperature control system, 6 - air compressor, 7 – thermocouple

A capacitor is connected in parallel with the inductance coil, so that the RF (radiofrequency) circuit formed by them is tuned to the resonant L-Morov frequency. Using a tuning capacitor increases the potential difference induced in the coil by a factor equal to the Q-factor of the resonant circuit Q.

To create alternating field pulses, a coil (2) is connected to an RF generator located in the control electronics unit (3). The weak radio frequency NMR signal is preamplified and also goes to the control electronics unit, where it is detected (demodulation). In this case, one should take into account the presence of transients in the receiving circuit and the amplifier after a powerful RF pulse (as compared to a weak NMR signal). Therefore, at the receiver there is called the "dead time", which is required to switch to the reception mode and amplify a weak magnetization signal after a period of generation of powerful pulses.

To heat, cool and maintain a constant sample temperature, the test tube with the sample is blown with dry air. The temperature and air flow are controlled by the device (5). Air for heating comes from the compressor (6). In the temperature control device (5), the air is heated and supplied to the tube with the test sample. Air temperature and flow rate are automatically selected so that the sample temperature is consistent with the set. The temperature near the sample is measured using a temperature sensor - a thermocouple (7).

4. Experimental results

The time evolution of the integrated NMR intensity (Figure 2) tells us how the aqueous phase of the ink dries once it has penetrated the paper. In the untreated and unsized papers the signal disappears quickly while it takes much more time in the AKD and even more so in the PIG paper. The distance over which the ink penetrates is also smaller in PIG paper than in any other specimen.

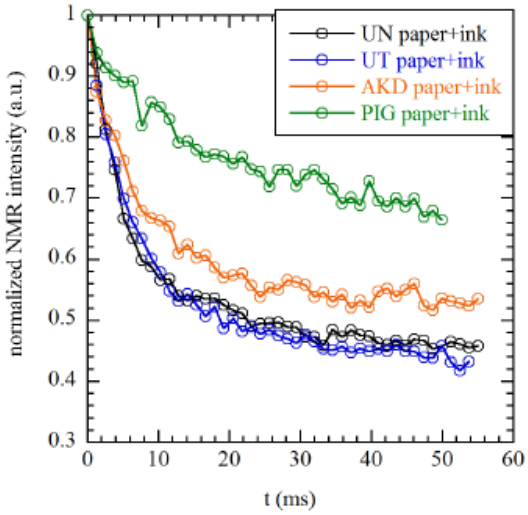


Figure 2. Temporal evolution of the integrated NMR intensity after the application of ink at the surface of the UT, UN, PIG and AKD papers.

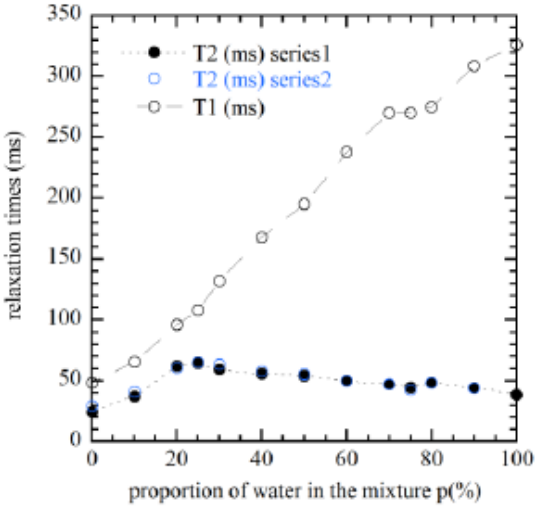


Figure 3. Mean proton NMR relaxation times of the water/glycerin mixture in UT paper. Measurements performed at 20 MHz and 25°C as a function of the proportion of water.

3.1 NMR relaxation in water / glycerin mixtures saturating the UT paper.

Examples of the time evolution of the NMR intensity measured during the sequences used to determine T_1 and T_2 for the two extreme proportions (100% water and 100% glycerin) in the UT paper. The analysis of these curves shows that the relaxation is not monoexponential. This is the reason why we need to analyze them using an inverse Laplace transform in order to get the distribution of the relaxation times. This operation was done using the CONTIN algorithm (for the T_2 data only).

From this we can conclude that:

- The liquids contained in the paper are distributed in two different environments. The first, which contains most of the liquid, appears to correspond to larger porosities than the second, which is less populated.

- Unlike pure liquids, the two situations 100% water and 100% glycerin in UT paper are extremely similar from the point of view of transverse relaxation. This will be a problem when we want to use the T_2 relaxation time as a source of contrast for imaging experiments.

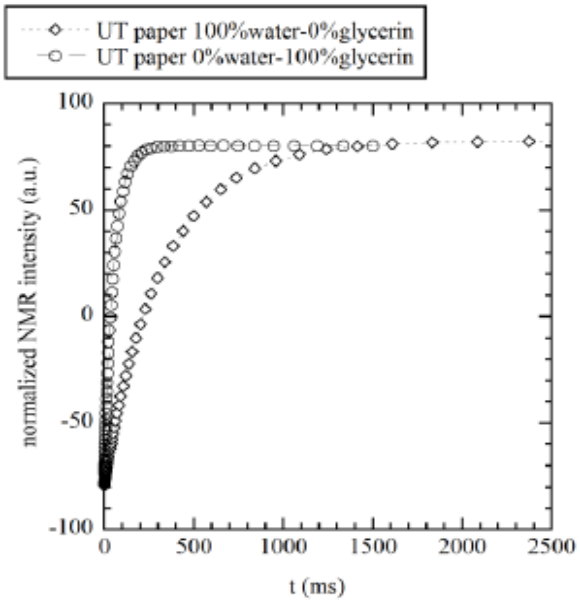


Figure 4. Evolution of the NMR intensity during an inversion-recovery sequence (measurement of the T_1 relaxation time) in the two cases '100% water in UT paper' and '100% glycerin in UT paper'.

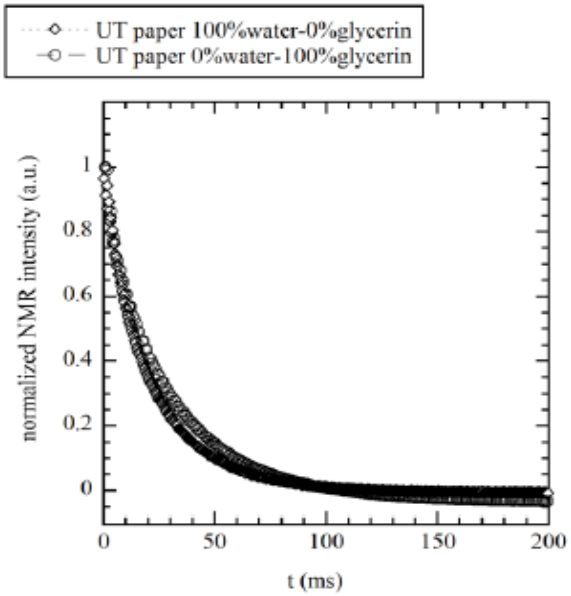


Figure 5. Evolution of the NMR intensity during a CPMG sequence (measurement of the T_2 relaxation time) in the two cases '100% water in UT paper' and '100% glycerin in UT paper'.

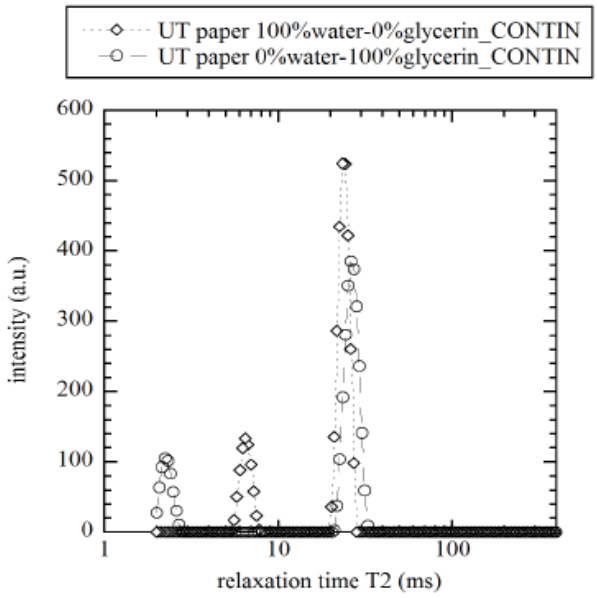


Figure 6. Distribution of the transverse relaxation time in UT paper saturated with 100% water and 100% glycerin. The inverse Laplace transform was done with the CONTIN algorithm.

CONCLUSION

During these experiments were made several types of procedures, works, which most of them were successful.

While the imaging method (1D profiles) is interesting for measuring the penetration thickness and drying rate, it does not allow (this was anticipated) to achieve a temporal resolution sufficient to see the penetration front. The transport of the liquid deposited on the surface is carried out over a time scale of a few hundred milliseconds. NMR, on the other hand, can be clearly distinguished from other methods by providing information on the distribution of different liquids in the paper during, for example, demixing phenomena. The measurement of the NMR relaxation times gave us indications as to whether it would be possible during MRI imaging experiments to separate the water from the glycerin for this purpose. While the relaxation times of water and glycerin are very different in pure liquids, they are very close to each other when the liquids are in the paper. This case is therefore not favorable, and imaging experiments have confirmed that signal separation on the basis of T_2 transverse relaxation times is actually not the right approach.

REFERENCES

[1] Laboratory work NMR Relaxation, A.M. Perepukhov, A.V. Maksimychev, O.V. Kishenkov, A.Yu. Kuxin.

[2] Nuclear magnetic resonance spectroscopy, Emsley J., Finay J., Sutcliffe L.

[3] Nuclear magnetic resonance, E.I.Fedin.

[4] High Resolution Nuclear Magnetic Resonance Spectra, Popl J., Schneider V., Bernstein G.

[5] Thin porous media, Marc Prat and Tristan Agaësse.

[6] Vladimir Vasiliev “Theoretical foundations of physico-chemical methods of analysis”. Textbook for university students.

[7] Matthias Otto “Modern Methods of Analytical Chemistry” (in two volumes). Volume 1. M .: Tekhnosfera, 2003.

[8] Short timescale wetting and penetration on porous sheets measured with ultrasound, direct absorption and contact angle. Krainer Sarah and Hirn Ulrich

[9] Imbibition of liquids in fibrous porous media. I.C. Melciu and M.D. Pascovici.

[10] Transferts de masse en milieuxporeux. Etude par les methodes de resonance magnetique nucleaire. Jean-Christophe Perrin.

Оспан Б. С.

ЯМР-қағазды сұйықтықпен сіңдіруді зерттеу

Резюме. Бұл зерттеу қағазды сия сіңдіру процесін зерттеуге арналған, ал негізгі әдіс ЯМР-және МРТ-спектроскопия болып табылады. Бұл жұмыс екі ЯМР-Спектрометрлерде орындалды: Bruker Minispec және Bruker Biospec. Bruker Minispec-те біз көлденең релаксация уақытын (T2) және сұйық қоспаның (су мен глицерин) және қағаздағы сұйық қоспаның бойлық релаксация уақытын (T1) өлшедік. Bruker Biospec-те біз кеуекті ортада визуализацияны пайдаландық.

Негізгі сөздер: ядролық магнитті резонанс (ЯМР), магнитті-резонанстық томография (МРТ), ЯМР-релаксометрлер Bruker Minispec және Bruker Biospec, кеуекті орта.

Оспан Б. С.

ЯМР-исследование пропитки бумаги жидкостью

Резюме. Данное исследование посвящено изучению процесса пропитки бумаги чернилами, а основным методом является ЯМР-и МРТ-спектроскопия. Эта работа была выполнена на двух ЯМР-спектрометрах: Bruker Minispec и Bruker Biospec. На Bruker Minispec мы измерили поперечное время релаксации (T2) и продольное время релаксации (T1) жидкой смеси (воды и глицерина) и жидкой смеси в бумаге. На Bruker Biospec мы использовали визуализацию на пористых средах.

Ключевые слова: ядерный магнитный резонанс (ЯМР), магнитно-резонансная томография (МРТ), ЯМР-релаксометры Bruker Minispec и Bruker Biospec, пористые среды.

UDS 004.056

U.Zh. Baimakova, B.K. Abduraimova
(L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan
E-mail: uljana05.95@mail.ru, abduraimova_bk@enu.kz)

DEVELOPMENT OF A HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX BASED ON BIOMETRIC DATA

Abstract. The issues of increasing the security of information processed by means of electronic computers (electronic computers) from unauthorized access are considered. The analysis of possible threats to the security of information processed by electronic computers of departmental institutions. In particular, deliberate artificial threats are considered, namely unauthorized access to information. A version of a hardware-software complex for protecting information stored on electronic computers from unauthorized access (unauthorized access) is proposed, a functional and circuit diagram of the proposed protection device is developed.

Key words: hardware-software complex, fingerprint, unauthorized access, biometric data

Various organizations have a large number of computer equipment that may contain confidential information (personal information of users, passport data, various service information, etc.). At the same time, it is necessary to prevent the free distribution of this information and increase its protection. One of the most important aspects of the problem of ensuring the security of electronic data storage systems is the identification, analysis and classification of possible threats to the security of an automated data processing and storage system. The list of threats, assessments of the likelihood of their implementation, as well as the model of the intruder, serve as the basis for conducting a risk analysis and formulating requirements for the protection of the data storage and processing system.

The main types of information security threats are presented in Figure 1. This article will discuss in detail intentional threats, namely unauthorized access to confidential information stored on computer equipment.

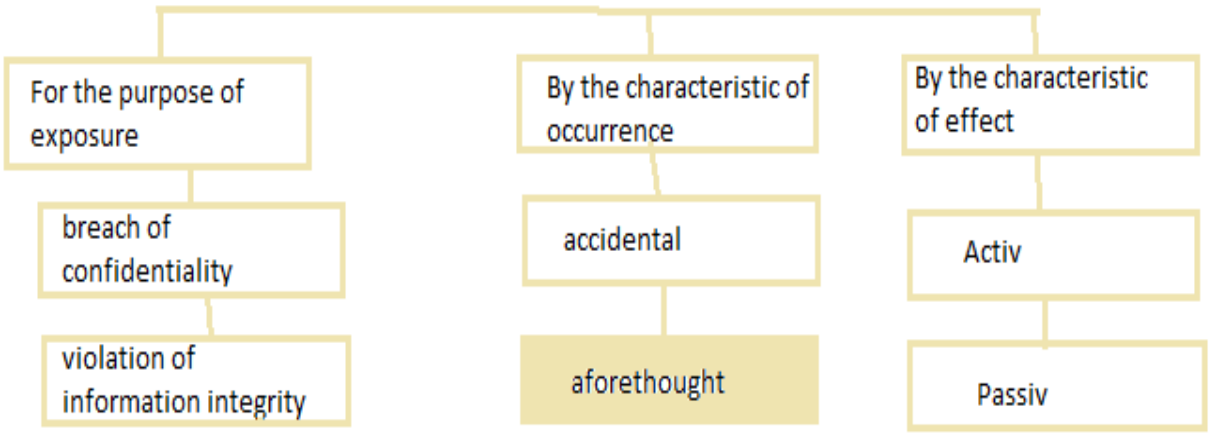


Figure 1. The main types of information security threats

This article discusses the protection of information from unauthorized access to classified information stored on computer equipment (Figure 2).

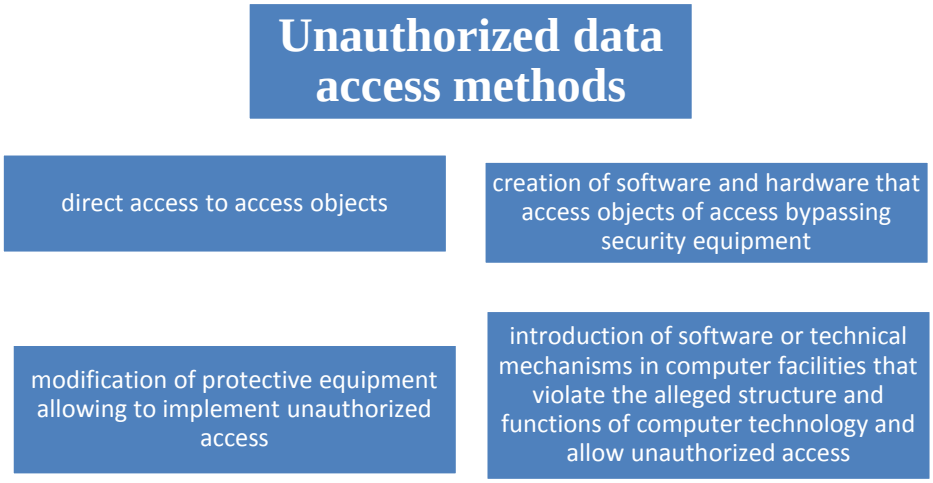


Figure 2. Unauthorized data access methods.

Currently, there are a fairly large number of user authentication systems, the analysis of which revealed many of their varieties. After analyzing, it was concluded that today one of the promising areas in this area is authentication based on biometric data. Various organizations have a large number of computer equipment that may contain confidential information (personal information of users, passport data, various service information ...). At the same time, it is necessary to prevent the free distribution of this information and increase its security against unauthorized access. Today, there are more software and hardware systems for protection against unauthorized access on the market, but it is not always advisable to install them in departmental SVTs (computer equipment), since they have a high cost and integration complexity, therefore they are mainly used for protection secret data processed at the objects of electronic computer technology. Since confidential information is not secret, it is proposed to use a hardware-software complex to delimit access to information. [1]

To achieve this goal, it is necessary to develop a hardware-software complex for protecting information from unauthorized access.

The proposed program is intended for the face detection and tracking system based on the open source code of the high-level programming language Python and OpenCV, as well as the Arduino hardware platform, for the fingerprint recognition sensor. A webcam is used for work. The system can record visitor's faces, verify data, and track it. The program was developed using OpenCV version 3.4.0 and Python 3.6.

Face recognition is based on the geometric features of the face. Marker points (position of eyes, ears, nose, ...) were used to construct vector functions (distance between points, angle between them). Detection is performed by calculating the Euclidean distance between the feature vectors of the probe and the reference image. [2]

```
import cv2
import numpy as np
import sqlite3
import os

conn = sqlite3.connect('database.db')
if not os.path.exists('./dataset'):
    os.makedirs('./dataset')
c = conn.cursor()

face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')
cap = cv2.VideoCapture(0)

uname = input("Enter your name: ")

c.execute('INSERT INTO users (name) VALUES (?)', (uname,))

uid = c.lastrowid

sampleNum = 0

while True:
        ret, img = cap.read()
        gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
        for (x,y,w,h) in faces:
                sampleNum = sampleNum+1
                cv2.imwrite("dataset/User."+str(uid)+"."+str(sampleNum)+".jpg",gray[y:y+h,x:x+w])
                cv2.rectangle(img, (x,y), (x+w, y+h), (255,0,0), 2)
                cv2.waitKey(100)
        cv2.imshow('img',img)
        cv2.waitKey(1);
        if sampleNum > 20:
                break
cap.release()
```

Figure 3. Program code.

In the above code, when starting, you must first enter the name of the person. He will then use haarcascade to find his face in the stream of the camera. 20 samples will be searched, each in the interval of 100 ms. The result is stored in the "data set" directory inside the working directory.

Further, it is important to determine the appropriate hardware and computing platform. PC protection device is used to block access to information of persons who do not have rights to it. With its application, the inclusion of a PC is possible only if the biometric data of the user coincides. The most used platforms such as Raspberry Pi, STM32L-DISCOVERY, Arduino are considered. A comparative analysis was carried out (table 1.) [3]

Table 1. **Comparative characteristics of hardware and computing platforms**

	Maincharacteristics	Simplicity	Reliability	Powerconsumption	Price
Arduino Uno	The ATmega328 microcontroller has 32 kB of flash memory, of which 0.5 kB is used to store the bootloader, as well as 2 kB of RAM (SRAM) and 1 kB of EEPROM	Using Arduino is very easy to interact with analog sensors, motors and other electronic components. A few lines of code are enough to manage them. Arduinoprogramming easier	Arduino is easy to connect to the network. It can be turned on and off at any time.	Arduino consumes much less power and can be powered by a power supply.	Arduino is cheaper for the Raspberry Pi. Arduino can be bought for $ 10-20 depending on the version
STM32L-DISCOVERY	32MHz STM32L152RBT6 microcontroller with 128KB Flash, 16KB RAM and 4KB EEPROM.	STM32 requires deeper immersion in the part, it is more difficult for beginners	simplicity in programming and high reliability	Low power consumption	Lowcost
RaspberryPimodel B	1.2 GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53 with Broadcom BCM2837 single-chip	Raspberry requires you to install many libraries and perform various settings in order to manage the same sensors, Rasbperry needs knowledge of Linux.	Rasbperry runs on the operating system, so it needs to be turned off properly. Otherwise, applicationsmaybedamaged..	The Raspberry Pi is powerful hardware, it needs constant power from a 5-volt unit. It is difficult to get a computer to work on a regular battery.	The price of the Raspberry is around $ 35-40

As a result of the analysis of existing hardware and computing platforms (Raspberry Pi, STM32L-DISCOVERY, Arduino), Arduino is the most optimal, as it is the most simple and functional circuitry.

The principle of operation of the protection device circuit against unauthorized access to a PC is as follows: when you bring your finger, biometric parameters are read. These sensors include a DSP chip that processes the image, performs the necessary calculations to detect the correspondence between the recorded and current data. When the presented code coincides with the contents of the memory, the access controller closes the loop and the power signal is transmitted to the motherboard. In this case, it is impossible to turn on a computing tool in any way. Unsuccessful identification and / or authentication will not allow providing access to the protected information resources of the PC.

To protect against tampering, it is recommended to use Arduino interaction with the FPM10A scanner module. The device to protect the PC from unauthorized access is installed inside the system unit and connected to the motherboard instead of the power button. Power is supplied from an independent + 5V power supply. [4] Fingerprint sensor modules perform data collection, registration, comparison and fingerprint search. They come with a FLASH memory for storing fingerprints and working with any microcontroller or system with a serial interface.

The characteristics of the module are as follows:
• Supply voltage: from 3.6 to 6.0 V
• Current consumption: less than 120 mA
• Backlight color: green
• Interface: UART
• Data transfer rate: 9600
• Security level: 5 (low to high: 1,2,3,4,5)
• The probability of false acceptance of the fingerprint: less than 0.001%
• The probability of false rejection of the print: less than 1.0%
• Ability to store 127 different fingerprints [5]

The module has 6 wires, two of which do not need to be connected (Fig.). TX and RX are the UART data transmission and reception lines, respectively, which can be connected to the 2nd and 3rd digital output of the Arduino board, respectively (Figure 4).

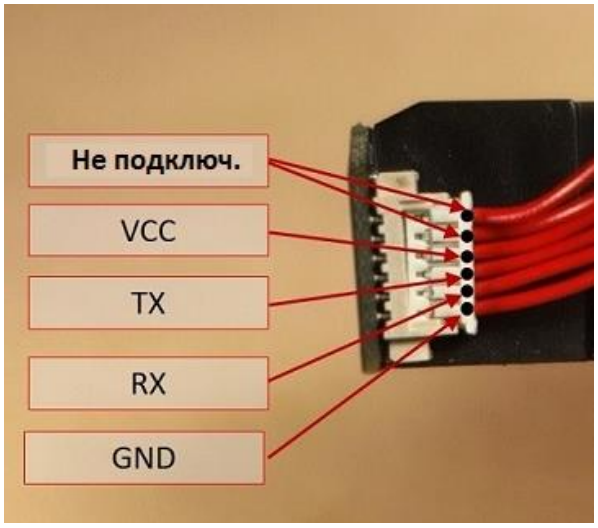


Figure 4. FPM10A module.

To work with the fingerprint scanner module, you need to add a special library to the Arduino IDE. [6,7] The connection diagram of the fingerprint sensor to the Arduino board is shown in figure 5, figure 6 shows the functional diagram of connecting the device.

1. Connect the module to the Arduino microcontroller according to the diagram.
2. Through the mini USB port, connect the Arduino to the PC, upload the sketch from the listing to the Arduino. This sketch determines the type of device attached to the reader and reads the data of the fingerprint.
3. Place your finger on the sensor.

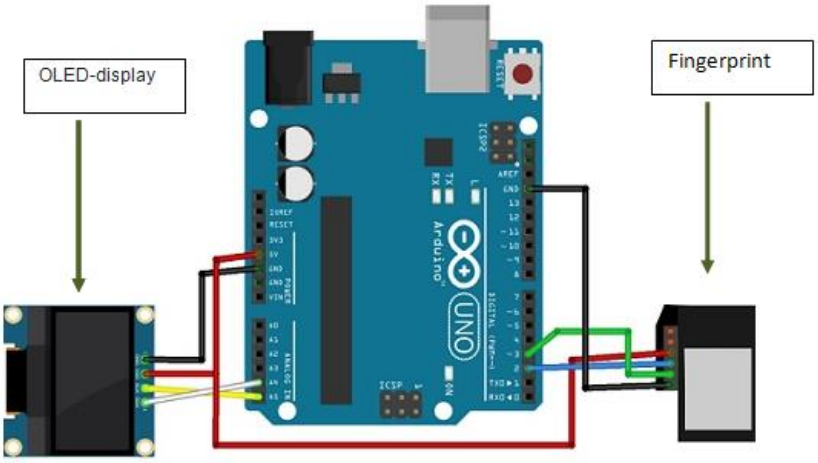


Figure 5. Connection diagram of Arduino, fingerprint scanner and OLED display.

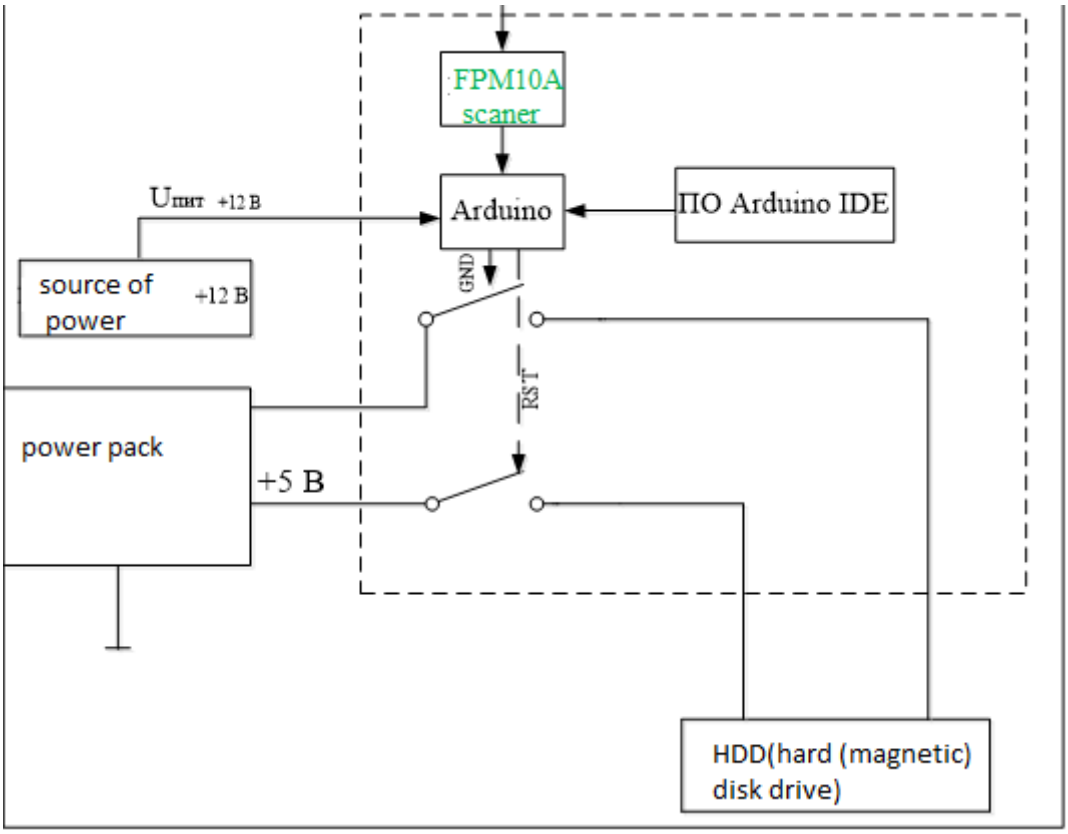


Figure 6. Functional diagram of a device for protection against unauthorized access based on a fingerprint scanner.

Thus, on the basis of the analysis of possible threats to information, proposed software and hardware device that provides protection of confidential information stored in the PC, developed a functional and schematic diagram of the proposed security device that uses a sensor recognition of biometric data to provide access to the PC, as well as software in python c using the library Open CV, for secondary authentication by facial recognition. the software and hardware complex can be used for security of information processed on means of electronic computers of departmental institutions.

REFERENCES

[1] Ahonen, T., Hadid, A., and Pietikainen, M. Face Recognition with Local Binary Patterns. Computer Vision - ECCV 2004 (2004), 469–481

[2] Rosebrock A. Deep Learning for Compute-r Vision with Python. Practitioner Bundle, PyImageSearch, 2017,p. 80-82

[3] Жигалин Денис Сергеевич, Разработка системы контроля и управления доступом на основе платформы Arduino,2016 - p. 20-25

[4] Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (выписка) : Федеральная служба по техническому и экспертному контролю, 2008. – 69 с.

[5] Запечников, С. И., Информационная безопасность открытых систем: учебник для вузов. В 2-х томах. Том 2 – Средства защиты в сетях / С. В. Запечников, Н. Г. Милославская, А. И. Толстой, Д. В. Ушаков. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 558 с.

[6] Кутузов А.В., Матушкин Е.В. Предложения по повышению защищенности средств электронно-вычислительной техники от несанкционированного доступа. // Современные научные исследования и инновации. 2018. № 7 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2018/07/87122 Кутузов А.В., Шевняков В.А. Предложения по реализации защиты сетевых хранилищ данных от несанкционированного доступа // Современная техника и технологии. 2014. № 8 [Электронный ресурс]. URL: http://technology.snauka.ru/2014/08/4243

[7] Барсуков В. С. Интегральная защита информации / Дегтярев В.А., Худобин Н.С., Долгих К.В. . – 2-е доп. изд. – М.: Информтехника, 2012. – 314 с.

[8] Гинце А. А. Новые технологии в СКУД / Гинце А.А., Чирков Б.А, Фетисов П.Б., Цветаев А.А. – М.: Инфо, 2013 – 398 с.

[9] Guide to Fingerprint Sensor Module with Arduino (FPM10A) [Electronic resource] - https://randomnerdtutorials.com/fingerprint-sensor-module-with-arduino/

[10] Sensor Module with Arduino[Electronic resource] -https://randomnerdtutorials.com/fingerprint-sensor-module-with-arduino/

[11] Arduinoисканеротпечатковпальцев[Electronic resource] -http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/1238-arduino-i-skaner-otpechatkov-palcev.html

[12] Контроль доступа по отпечатку пальца [Electronicresource] -https://lesson.iarduino.ru/page/urok-28-kontrol-dostupa-po-otpechatku-palca/

[13] Микроконтроллерные платы [Electronicresource] -https://www.compel.ru/series/ST/STM32L-DISCOVERY

[14] Fingerprint [Electronic resource]https://www.how2electronics.com/iot-based-biometric-fingerprint-attendance-system-using-nodemcu/

[15] Scaner[Electronic resource] - https://wiki.iarduino.ru/page/skaner-otpechatkov-palcev/

Баймакова У.Ж., Абдураимова Б.К.

Разработка программно-аппаратного комплекса на основе биометрических данных

Резюме. Рассматриваются вопросы повышения безопасности информации, обрабатываемой с помощью электронных компьютеров (электронных компьютеров), от несанкционированного доступа. Анализ возможных угроз безопасности информации, обрабатываемой электронными компьютерами ведомственных учреждений. В частности, рассматриваются преднамеренные искусственные угрозы, а именно несанкционированный доступ к информации. Предложена версия программно-аппаратного комплекса для защиты информации, хранящейся на электронных компьютерах, от несанкционированного доступа (несанкционированного доступа), разработана функциональная и принципиальная схема предложенного устройства защиты.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, отпечаток пальца, несанкционированный доступ, биометрические данные.

Баймақова Ұ.Ж., Абдураимова Б.К.

Биометриялық мәліметтер негізінде аппараттық-бағдарламалық кешенді құру

Түйіндеме. Электрондық компьютерлерді (электронды компьютерлер) пайдалана отырып өңделген ақпараттың рұқсатсыз кіруден қауіпсіздігін арттыру мәселелері қарастырылады. Ведомстволық мекемелердің электрондық компьютерлерімен өңделген ақпараттың қауіпсіздігіне мүмкін қауіптерді талдау. Атап айтқанда, қасақана жасанды қауіптер, атап айтқанда ақпаратқа рұқсатсыз қол жеткізу қарастырылады. Электрондық компьютерлерде сақталған ақпаратты санкцияланбаған қол жетімділіктен (санкцияланбаған қол жеткізу) қорғауға арналған аппараттық-бағдарламалық кешеннің нұсқасы ұсынылған, ұсынылған қорғау құрылғысының функционалды және схемалық сызбасы жасалынған.

Түйінді сөздер: аппараттық-бағдарламалық кешен, саусақ ізі, рұқсатсыз кіру, биометриялық мәліметтер.

УДК 51-76

E. Kuharenko, G. Ospanova
(M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.
E-mail: Ospanova.19@mail.ru)

REGULATORY INTEGRITY MODELS

Abstract. The article is devoted to the study of models of ensuring the regulatory framework integrity. In most studies, the concept of integrity applies to databases and information security. However, at this article it is proposed to consider the application of the integrity theory to the organization of the regulatory framework and ensure its efficiency and reliability.

Key words: system modeling, integrity assurance methods.

Е.В. Кухаренко, Г. Оспанова
(Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Республика Казахстан, E-mail: Ospanova.19@mail.ru)

МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ

Аннотация. Статья посвящена исследованию моделей обеспечения целостности нормативной базы. В большинстве исследований понятие целостности применяется к базам данных и информационной безопасности, однако в данной статье предлагается рассмотреть применение теории целостности к организации нормативной базы и обеспечении ее работоспособности и надежности.

Ключевые слова: моделирование систем, методы обеспечения целостности.

Введение.

Нормативная база является основой для функционирования каждой системы, обуславливая формирование процессов и управленческих решений. Основное назначение нормативной базы – сохранение системы в состоянии работоспособности и надежности, актуальным вопросом при проектировании нормативной базы рассматривается возникновение в системе только системных ошибок, исправление которых должно быть максимально безубыточно для системы.

Объединяющим понятием для обозначенных свойств нормативной базы будет свойство ее целостности, предполагающее не только ссылочную целостность, обеспечиваемую каскадированием, запретом удаления или внесения изменений, установлением неопрделенных значений или по умолчанию, но и целостность в аспекте внесения изменений в нормативную базу при изменении в родительском документе.

Понятие целостности является фундаментальным в области информационной безопасности и теории баз данных и включает ряд специфических свойств, связанных с таким объектом, как данные. При этом теория баз данных рассматривает ссылочную целостность и целостность данных в аспекте возможности использования данных для их дальнейшей корректной обработки, информационная безопасность - в аспекте сохранения свойств надежности и защищенности данных.

Информация на стадии данных характеризуется определенной формой представления и дополнительной характеристикой, выражаемой термином "структура". В результате, как уже отмечалось, под целостностью информации понимается неискаженность, достоверность, полнота, адекватность, т.е. такое ее свойство, при котором ее содержание и структура определены и изменяются только уполномоченными лицами и процессами.

С учетом специфики используемых механизмов обеспечения целостности данных можно выделить стороны этого понятия в отношении соответствующих видов данных в компьютерных системах. Правильность - заключается в отсутствии логических ошибок в структуре и ошибок в содержании (в значениях) данных при их обработке. Неискаженность - отсутствие подделки данных или возникновения ошибок в данных при их передаче в линиях связи, а также при хранении в компьютерных системах. Неизменность - заключается в тождественности данных определенному эталону.

Цель предлагаемой статьи – провести общий обзор *целостности информации* выбрать наиболее подходящий метод моделирования.

1. Методы.

Для того, чтобы уяснить степень влияния нарушений информационной безопасности на защищаемую информацию и выявить принципы построения систем защиты целостночти нормативной базы, необходимо провести системные исследования процессов защиты.

В общем случае, любой процесс обработки информации I_k выполняемый в области обработки $O(I_k)$ системы информационного обеспечения деятельности предприятия протекает в условиях воздействия разнообразных дестабилизирующих факторов и угроз $\{F_j\}$ нарушения информационной безопасности, искажающих в большей или меньшей степени предписанный порядок и ход исполнения обработки (рисунок 1). Для противодействия угрозам информации могут быть использованы специальные средства защиты $\{Z_s\}$, обеспечивающие нейтрализацию дестабилизирующих воздействий и угроз.

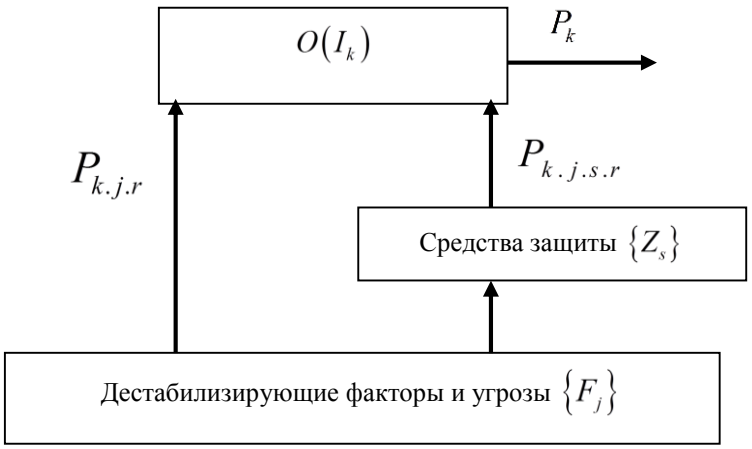


Рис. 1. Общая модель процесса обеспечения целостности информации.

Наличие дестабилизирующих факторов и угроз $\{F_j\}$ и их воздействие на систему информационного обеспечения и область обработки $O(I_k)$ информации I_k в ней приводит к тому, что существует некоторая потенциальная вероятность $P_{k,i,r}$ негативного воздействия j-го фактора (угрозы) на k-й информационный объект I_k в r-м его состоянии.

Использование средств защиты между дестабилизирующими источниками и системой информационного обеспечения позволяет уменьшить значение $P_{k,i,s,r}$, т.к. появляется вероятность предупреждения (нейтрализации) воздействия j-й угрозы на k-й информационный объект I_k в r-м его состоянии применением s-го средства защиты.

В большинстве случаев, в первом приближении, можно считать, что характер и уровень воздействия одних негативных факторов не зависит от характера и уровня влияния других, т.е. дестабилизирующие факторы и угрозы являются независимыми друг от друга. Точно так же и средства защиты можно считать, в первом приближении, взаимонезависимыми.

Приведенное описание привлекает своей простотой. Достаточно знать вероятностные характеристики дестабилизирующих воздействий $\{F_j\}$ на информационные объекты со стороны различных неблагоприятных факторов и угроз и можно оценить степень защищенности целостности нормативной базы.

2. Результаты.

Однако данная модель дает только приближенную оценку, т.к. в ней не учитываются взаимовлияния дестабилизирующих факторов, взаимные воздействия друг на друга средств защиты, отсутствует учет ущерба от воздействия информационных угроз.

По этим причинам рассмотренное общее представление используется для получения общих оценок при определении степени того внимания, которое должно быть уделено проблеме обеспечения целостности информации при построении системы информационного обеспечения нормативной базы.

Следующей ступенью развития общей модели системы защиты является ее обобщенная модель, Для этого, в соответствии с базовой концепцией кибернетики, вычленим в системе информационного обеспечения предприятия объект управления и средства управления.

Объект управления представляет собой организованную часть системы, вычлененную из нее и соответствующую функциональному предназначению. В рамках исследуемой системы обеспечения целостности информации объектом управления являются как пассивные компоненты информационной системы (носители информации, средства управления носителями, средства взаимодействия с носителями), так и активные системные составляющие — область обработки информации (ресурсы и процессы обработки, необходимые для реализации информационных процедур и операций в соответствии с предназначением и активизируемым режимом функционирования информационной системы).

Управляющей компонентой является система программно-аппаратного управления областью обработки, включающая непосредственно программные компоненты и средства формирования управляющих процессов и процедур.

Для описания объекта управления введем некоторое метрическое пространство $W^{(o)}$, без детализации его структуры. Введение метрики на множестве состояний необходимо для конкретизации понятия близости через меру расстояния на этом множестве. Так как процессы, происходящие в объекте управления, развиваются во времени t, то множество O, образующее пространство $W^{(o)}$, есть множество состояний $S^{(o)}(t)$ объекта: $S^{(o)}(t)$ подмножество O. На данном множестве можно однозначно задать некоторое текущее объективное состояние объекта управления.

Введем также множество управлений $U^{(o)}$, под которыми будем понимать процесс целенаправленных воздействий на управляемый объект со стороны отмеченной системы управления. Тогда, учитывая, что целевым назначением управляемой подсистемы (пассивных и активных компонент информационной системы) является обработка информационных объектов $\{I_k\}$, ее поведение, при отсутствии воздействия дестабилизирующих факторов $\{F_j\}\equiv F$, можно описать следующим оператором:

$$a_O : T \times I_k \times R^{(O)} \times U^{(O)} \Rightarrow I_k^*,$$

где $\{I_k\}$ — множество состояний информационного объекта I_k, в которые I_k переходит после отрабатывания управлений $U^{(o)}$ с помощью системных ресурсов $R^{(o)}$, в компонентах тракта обработки информации (носители информации — средства управления носителями — средства взаимодействия с носителями — область обработки), причем, оператор обеспечения долговременного хранения объектов $\{I_k\}$ (оператор носителя информации или информационного хранилища) есть:

$$\chi : T \times \{I_k\} \times G_k \Rightarrow I_k .$$

Здесь $\{G_k\}$ — множество управляющих воздействий, необходимых для выбора соответствующего информационного объекта I_k из хранилища перед его отправкой на обработку.

Множество системных ресурсов $R^{(o)} \equiv\{ R^{(\delta)}, R^{(\zeta)}, R^{(a)}\}$, — есть множество аппаратных и системных программных средств, необходимых для осуществления обработки объекта I_k, при этом: $R^{(\delta)}$ — ресурсы, обеспечивающие функционирование средств управления носителем информации; $R^{(\zeta)}$ — ресурсы, необходимые для организации взаимодействия с носителем информации; $R^{(a)}$ — ресурсы, обслуживающие область обработки информации.

Построение множества программ $P^{(o)}$ обработки информационных объектов $\{I_k\}$ осуществляется на основе сведений о характере обрабатываемых информационных объектах I_k (точнее об объектах $I_k^{(\zeta)}$, поступающих в область обработки), цели ее обработки I_k^C и предварительно загруженного из хранилища информационного массива $I_k^{(P)}$, представляющего собой программный код информационной технологии обработки.

Можно смело утверждать при этом, что, если процессы управления областью обработки информации $U^{(o)}$ и ресурсами $U^{(\varepsilon)}$, (а через ресурсы и трактом доставки объектов I_k к области обработки), реализуется корректно, без сбоев и искажений, то справедливо утверждение $I_k^* \rightarrow I_k^C$.

Рассмотренные отношения дают отображение процессов, протекающих в системе информационного обеспечения предприятия в предположении, что влияние негативных воздействий F отсутствует или очень мало. В реальных же условиях эксплуатации нормативной базы как информационной системы влиянием факторов F пренебрегать нельзя, причем их воздействию обычно подвергаются как управляемые объекты (средства управления носителем, средства взаимодействия с носителем, область обработки информации) так и управляющая подсистема (компоненты воспроизведения программного обеспечения, формирователь управляющих воздействий, ресурсы), а также информационные объекты Ik, находящиеся в информационном хранилище.

Из полученной модели видно, что для построения эффективной системы обеспечения целостности основного тракта обработки информации нормативной базы необходимо обеспечить как защиту самого тракта, так и защиту ресурсов, программ и управлений. Для этого следует сформировать корректирующие воздействия на защищаемые объекты и области информационной системы. Для обеспечения аудита за состоянием информационной системы обеспечения целостности нормативной базы, за работой средств обеспечения целостности система должна быть оснащена необходимыми компонентами контроля, данные от которых учитываются при определении текущей стратегии обеспечения целостности нормативной базы.

3. Обсуждение.

В ходе исследований установлено, что построение адекватной модели требует знания некоторого набора параметров системы, существование которых не всегда формализовано и позволяет организовать ее йункционирование в полном объеие в неискаженном виде (неизменном по отношению к некоторому фиксированному ее состоянию) и ее управляемость в целеполагании и приведении системы нормативной базы к некоторому предельному состоянию.

Проанализировав рассмотренные модели, можно отметить, что рассмотренные подходы к моделированию можно применить для обеспечение целостности нормативной базы и формирования методов и алгоритмов функционирования системы управления целостностью нормативной базы с позиций ее адекватности и надежности.

ЛИТЕРАТУРА

[1].Ю. Н. Алпатов Математическое моделирование производственных процессов, М.: Лань, 2018 г.

[2] Ю. П. Пытьев Методы математического моделирования, М.:Физматлит, 2012 г.

[3] Тарасевич, Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учебное пособие / Ю.Ю. Тарасевич. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013.

[4]Э. К. Алгазинов, А. А. Сирота Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем Издательство: Диалог-МИФИ,2009 г.

[5]. Б. Гашков, Э. А. Применко, М. А. Черепнев Криптографические методы защиты информации Издательство: Академия,2010 г.

[6] Олег Жданов, Вениамин Чалкин Эллиптические кривые. Основы теории и криптографические приложения Издательство: Либроком,2012 г.

[7] Малышев Н. О системах и их моделированииФизматлит, 2017 г.

[8]Акопов, А. С. Имитационное моделирование. Учебник и практикум / А.С. Акопов. - М.: Юрайт, 2015. - 390 с.

[9] Юдович, В. И. Математические модели естественных наук / В.И. Юдович. - М.: Лань, 2011. - 336 с.
[10] Программирование, численные методы и математическое моделирование / И.Г. Семакин и др. - М.: КноРус, 2016. - 304 с.
[11] Барботько, А.И. Основы теории математического моделирования: Учебное пособие / А.И. Барботько, А.О. Гладышкин. - Ст. Оскол: ТНТ, 2013. - 212 с.
[12] Чикуров, Н.Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 398 с.
[13] Гиберт, В.В. Моделирование будущего / В.В. Гиберт. - СПб.: ИГ Весь, 2013. - 320 с.
[14] Афонин, А.М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, Ю.Е. Ефремова. - М.: Форум, 2011. - 192 с.
[15] Девятков, В.В. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 368 с.

Ospanova G., Kuharenko E.

Regulatory integrity models

Summary. The article is devoted to the study of models of ensuring the regulatory framework integrity. In most studies, the concept of integrity applies to databases and information security. However, at this article it is proposed to consider the application of the integrity theory to the organization of the regulatory framework and ensure its efficiency and reliability.

Keywords: system modeling, integrity assurance methods.

Оспанова Г., Кухаренко Е.В.

Нормативтік база тұтастығын қамтымасыз ету моделі

Түйіндеме. Мақала нормативтік база тұтастығын қамтамасыз ету мөделін зертеуге арналған. Көптеген зерттеулерде тұтастық ұғымы деректер базасы мен ақпараттық қауіпсіздік қатысты айтылады.Алайда бұл мақалада тұтастық теориясы нормотивтік базаны ұйымдастыру мен оның жұмыс істеу және сенімділігін қамтамасыз етеге қатысты қарастырлады.

Түйін сөздер: Модель системасы, нускалар қамтамасыз ету тұтастығы.

УДК 519.688

[1]N. Umatay, [1]Y.S. Nurakhov, [1]T.S. Imankulov, [2]D.Zh. Akhmed-Zaki
([1]al-Farabi Kazakh National University, [2]University of International Business)

CLASSIFICATION OF DATA TO OPTIMIZE THE DEVELOPMENT OF OIL FIELDS

Abstract. This article discusses the development of a data classification module to optimize the development of oil fields by predicting oil production. The approach is based on Ensemble-based method. For modeling scenarios used Bakley-Leverett's model. One-dimensional and two-dimensional oil displacement model is considered. A set m, μ, k, S_{ost}, η is used as input and output parameters. The developed module was tested and showed good accuracy.

Keywords. Ensemble-based method, oil-field optimization, support vector machine, Buckley-Leverett model, data classification.

[1]Н. Уматай, [1]Е.С. Нурахов, [1]Т.С. Иманкулов, [2]Д.Ж. Ахмед-Заки
([1]Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, [2]Университет международного бизнеса)

КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматривается разработка модуля классификации данных для оптимизации разработки нефтяных месторождений путем прогнозирования добычи нефти. Используется подход, основанный на ансамбле сценариев. Для моделирования сценариев используется модель Баклея-Леверетта. Рассмотрена одномерная и двумерная модель вытеснения. В качестве входных и выходных параметров применяется набор $\{m, \mu, k, S_{ost}, \eta\}$. Разработанный модуль протестирован и показал хорошую точность.

Ключевые слова. Ensemble-based method, оптимизация месторождении, метод опорных векторов, модель Баклея-Леверетта, классификация данных.

Введение. Одним из современных методов увеличения добычи нефти является оптимизация производства путем использования улучшения работы конкретной скважины. Метод оптимизации рабочих скважин основывается на моделировании и прогнозировании работы скважины. Известно, что неопределенность характеристик пласта является существенной проблемой при гидродинамическом моделирований. На сегодняшний день актуальными являются задачи определения характеристик пористой среды и уменьшения неопределенности оценки геологии пласта [1-4]. В современных работах используется метод ассимиляции данных, в котором неопределенные параметры постоянно обновляются, тем самым модифицируя исходную модель [5-6]. Так же, используется процесс замкнутого контура (closed loop optimization), в котором на основе предварительных данных строится стратегия производства и модель, которые обновляется в режиме реального времени при получениях новых данных. Все подобные задачи оптимизации нацелены на минимизацию несоответствия данных между результатами модели и исторических данных (history matching). Одним из альтернативных методов является метод, основанный на ансамбле сценариев (ensemble-based method), с помощью которого можно произвести кластеризацию данных для оптимизации разработки месторождения [7-11]. Данный подход так же позволяет определить чувствительность модели на различные параметры с использованием различных симуляторов либо решателей моделей. Чувствительность рассчитывается путем обработки входных и выходных параметров всех ансамблей. Применение данной технологии позволит повысить качество входных данных для расчета определенной задачи, оперативно реагировать на изменение входных данных для подбора оптимального метода разработки для увеличения нефтеотдачи, доопределять существующие значения.

В данной статье разрабатывается модуль классификации данных для оптимизации разработки месторождения. Выбрана задача вытеснения нефти, которая описывается моделью Баклея-Леверетта (два случая - 1D и 2D). По сравнению с другими работами, мы используем собственный решатель, который при необходимости может модифицироваться.

Постановка задачи и методы. Задача заключается в разработке модуля классификации данных на основе одномерной и двумерной задачи вытеснения нефти. Другими словами, определить к какому классу будет относится результат моделирования (насыщенность нефти S_{ost} и коэффициент нефтеотдачи η) при конкретных заданных входящих параметров (пористость m, вязкость нефтяной фазы μ, абсолютная проницаемость породы k).

Модель Баклея-Леверетта записывается в следующем виде [12]:

$$m\frac{\partial s}{\partial t} + div\vec{v}_1 = q_1$$
$$-m\frac{\partial s}{\partial t} + div\vec{v}_2 = q_2$$
$$\vec{v}_i = -K_0\frac{f_i(s)}{\mu_i}\nabla P$$

где K_0 – тензор проницаемости, s- насыщенность воды, q_i - источник или сток, f_i и μ_i - относительные фазовые проницаемости и вязкости жидкостей соответствующих фаз, которые представляют зависимости следующего вида:

$$f_1(s) = s^{3.5};\ f_2(s) = (1-s)^{3.5};$$

Методом классификации был выбран метод опорных векторов [13, 14]. Выбор данного метода обоснован тем, что метод хорошо справляется с задачей классификации для множественных входящих параметров.

Результаты и анализ. Случай 1. Для первого случая используется 1D модель Баклея-Леверетта для расчета гидродинамики модели и определения распределения насыщенности. Чувствительность исследуется с помощью обработки входных и выходных параметров каждого сценария разработки. В качестве входных параметров были взяты различные комбинации m (10 различных вариантов), μ (30 различных вариантов) и k (10 различных вариантов (Рисунок 1). Количество сценариев 10*30*10 = 3000. В каждом запуске рассчитываются значение остаточной насыщенности нефти S_{ost} и коэффициент нефтеотдачи пласта η.

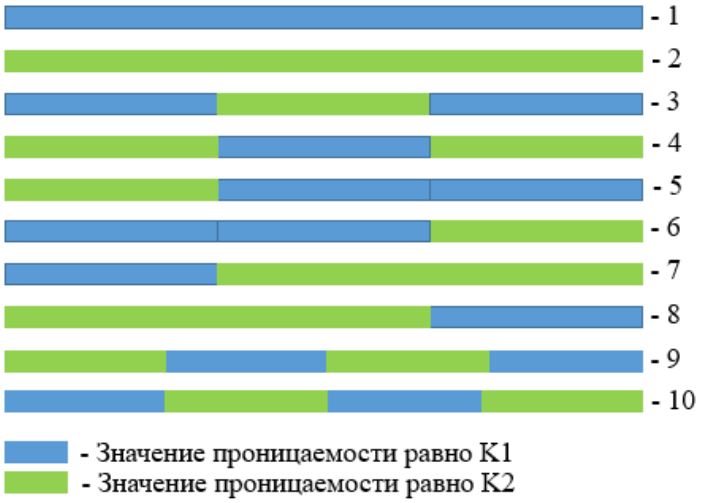


Рис. 1. 10 вариантов абсолютной проницаемости породы

Обучающая выборка состояла из 2500 значений $\{m, \mu, k, S_{ost}, \eta\}$. С помощью модуля классификации смоделированы различные условия процесса вытеснения нефти. Далее, была разработана модель классификации остаточной нефтенасыщенности и коэффициента нефтеотдачи на основе значений m, μ, k. В отдельные классы были выделены следующие диапазоны ожидаемых значений (Рисунок 2):

Class 1: $0 \leq S_{ost} \leq 0.1$ и $0.9 \leq \eta \leq 1$;
Class 2: $0.1 \leq S_{ost} \leq 0.2$ и $0.8 \leq \eta \leq 0.9$;
Class 3: $0.2 \leq S_{ost} \leq 0.3$ и $0.7 \leq \eta \leq 0.8$;
Class 4: $0.3 \leq S_{ost} \leq 0.4$ и $0.6 \leq \eta \leq 0.7$;

Модуль классификации протестирован с помощью 500 различных значении $\{m, \mu, k, S_{ost}, \eta\}$. Результаты теста приведены на рисунке 3. Из 500 тестовых данных разработанный модуль правильно классифицировал 413 и в 87-ти случаях выдал ошибочный результат (выделены красным). Из рисунка 10 можно заметить, что тесты выдают ошибки в основном на границах классов (к примеру, 0.8954 должен был попасть в во второй класс, но так как значение очень близко к 0.9, то попадает в первый класс). Большое количество ошибок в классах 3 и 4 объясняется тем, что в начальной выборке не достаточно данных для обучения. Данных в обучающей выборке для этих классов получилось не много, потому что значение η при моделировании 100 000 итерции по времени в основном должен быть ближе к 0.9 при одномерном вытеснении Баклея-Леверетта (с физической точки зрения это означает, что в пласте практический не остается нефти).

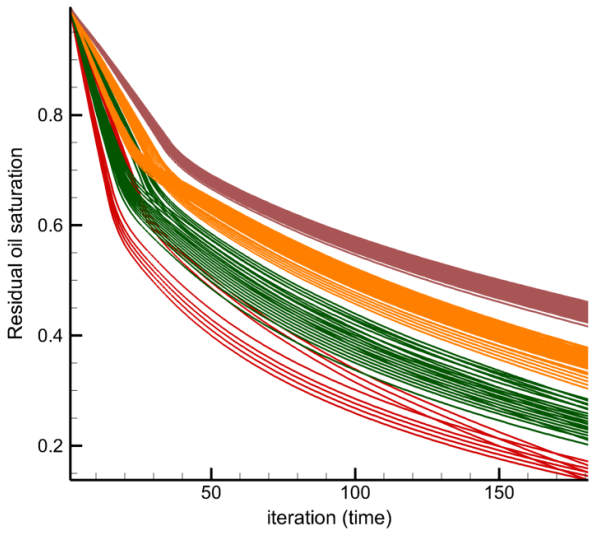


Рис. 2. Классы значений остаточной нефтенасыщенности

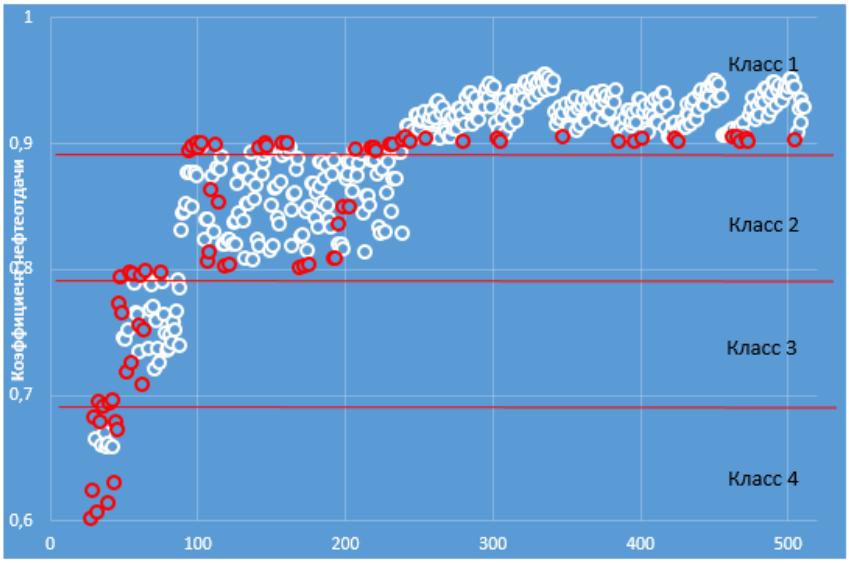
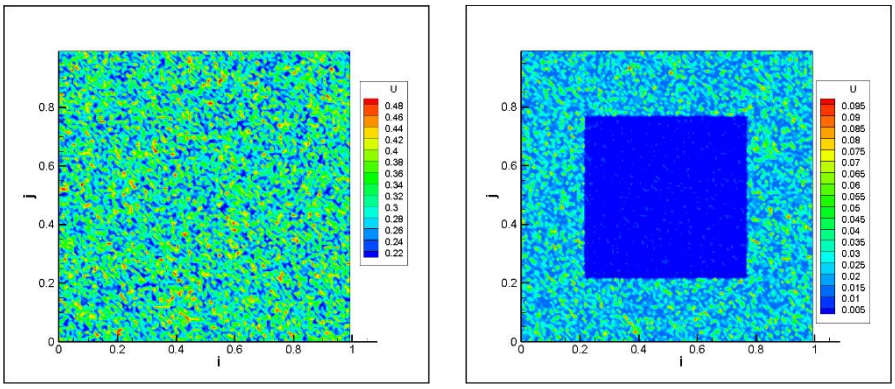


Рис. 3. Результаты тестирования модели классификации

Случай 2. Двумерная модель Баклея-Леверетта. В данном случае в качестве входных параметров были взяты различные варианты вязкости нефтяной фазы и абсолютной проницаемости породы (Рисунок 4).



а) К1 б) К2

Рис. 4. 2 варианта абсолютной проницаемости К1 и К2

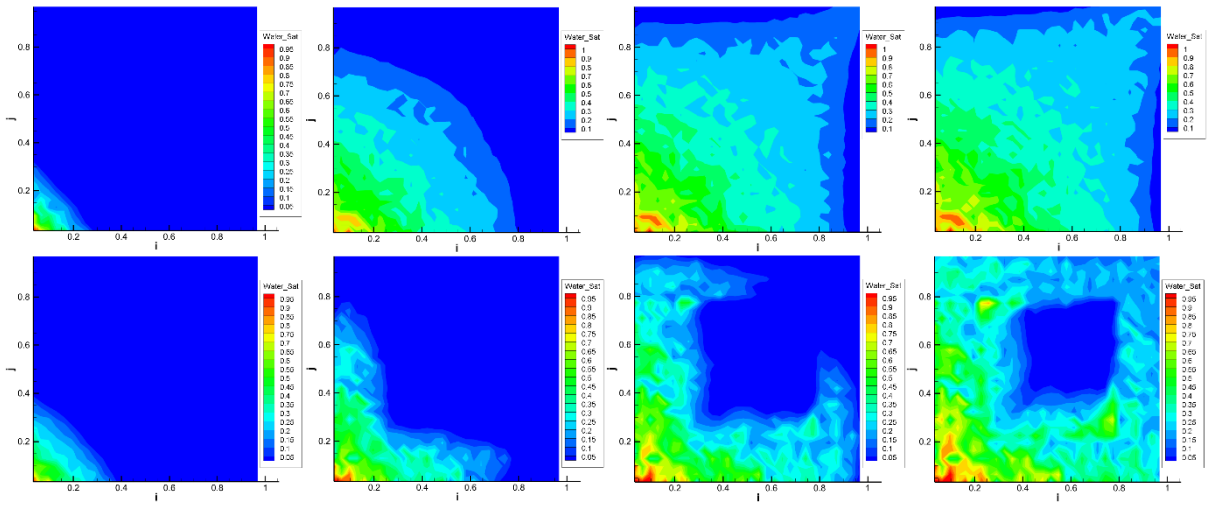


Рис. 5. Распределение насыщенностей при К1 и К2

Выборка состояла из 80 пар значений вязкости нефти и проницаемости породы. В качестве выходного параметра выбрано значение остаточной нефтенасыщенности. С помощью модуля классификации смоделированы различные условия процесса вытеснения нефти. Далее, была разработана модель классификации остаточной нефтенасыщенности на основе значений вязкости нефти и абсолютной проницаемости породы.

Классификация производилась по значению остаточной нефтенасыщенности (Рисунок 6):

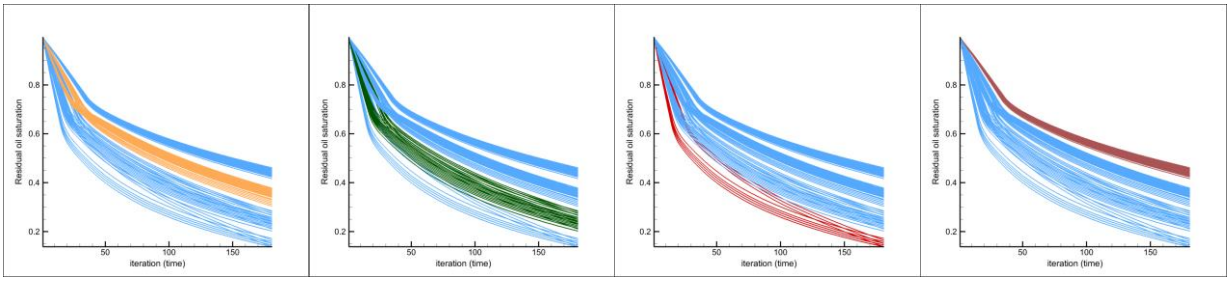
Class 1: $0.1 \leq S\_ost \leq 0.2$;

Class 2: $0.2 < S\_ost \leq 0.3$;

Class 3: $0.3 < S\_ost \leq 0.4$;

Class 4: $0.4 < S\_ost \leq 0.5$.

Модуль классификации протестирован с помощью 20 различных входных пар значении вязкости и проницаемости. Результаты теста приведены на рисунке 7. Из 20 тестовых данных разработанный модуль правильно классифицировал 15 и в 5-ти случаях выдал ошибочный результат (указаны крестиком). Это показывает в первую очередь то, что количество пар в выборке должна быть намного больше.



а) б) в) г)

Рис. 6. Классификация значений остаточной нефтенасыщенности:
а) Class 1; б) Class 2; в) Class 3; г) Class 4

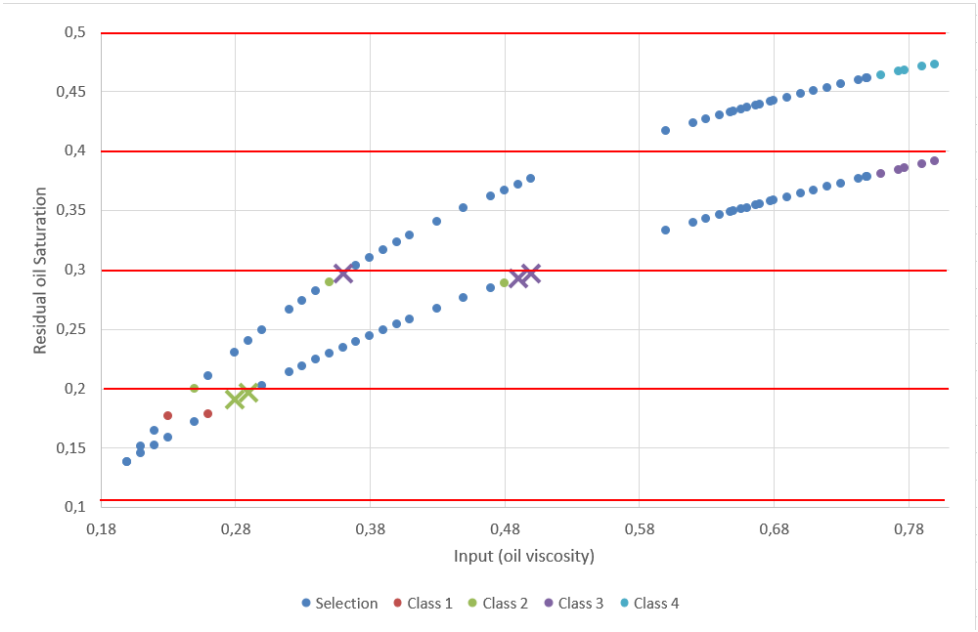


Рис. 7. Результаты тестирования модели классификации

Заключение. Разработан программный модуль классификации данных для оптимизации разработки месторождения путем запуска нескольких сценариев (ансамбль сценариев) для различных вариации входных параметров на основе модели Баклея-Леверетта. Рассмотрена 1D и 2D модель вытеснения нефти путем закачки воды в нефтяной пласт. Определен оптимальный режим разработки месторождения по коэффициенту нефтеотдачи для нескольких значении пористости, вязкости нефти и абсолютной проницаемости. При помощи разработанного модуля классификации смоделированы различные условия процесса добычи нефти.

По результатам тестирования достигнут 82% точности попадания в нужный класс. При использовании более сложных моделей для описания более сложных задач вытеснения можно будет получить достаточное количество обучающей выборки для всех классов и более высокого процента точности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] F. Ibrahima, H.A. Tchelepi, D.W. Meyer. Uncertainty Quantification of Two-phase Flow in Heterogeneous Reservoirs Using a Streamline-based Pdf Formulation. ECMOR 2016 - 15th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, Handout. Amsterdam, Netherlands. 29 August – 1 September, - 2016.

[2] Y. Chen, F. Lallier, A. Moncorge. On Uncertainty Quantification of History Matched Facies Models. ECMOR 2016 - 15th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, Handout. Amsterdam, Netherlands. 29 August – 1 September, - 2016.

[3] F.F. Kostakis, B.T. Mallison, L.J. Durlofsky. Multifidelity Framework For Uncertainty Quantification With Multiple Quantities Of Interest. ECMOR XV - 16th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, 3-6 September 2018, Barcelona, Spain.

[4] J. Saetrom, E. Morell, T.F. Munck. Reservoir Modelling and Uncertainty Quantification - Why we Currently Fail and What we Can Do to Fix this. ECMOR 2016 - 15th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, Handout. Amsterdam, Netherlands. 29 August – 1 September, - 2016.

[5] S. Jiang, W. Sun, L.J. Durlofsky. A Data-Space Approach For Well Control Optimization Under Uncertainty. ECMOR XV - 16th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, 3-6 September 2018, Barcelona, Spain.

[6] S.W.A Canchumuni, A.A Emerick, M.A.C Pacheco. History Matching Channelized Facies Models Using Ensemble Smoother With A Deep Learning Parameterization. ECMOR XV - 16th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, 3-6 September 2018, Barcelona, Spain.

[7] X. Luo, T. Bhakta. Towards Automatic And Adaptive Localization For Ensemble-Based History Matching. ECMOR XV - 16th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, 3-6 September 2018, Barcelona, Spain.

[8] G. Evensen, X. Luo. Introducing Stochastic Model Errors In EnsembleBased History Matching. ECMOR XV - 16th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, 3-6 September 2018, Barcelona, Spain.

[9] E.G.D. Barros, F.K. Yap, E. Insuasty, P.M.J. van den Hof, J.D. Jansen. Clustering Techniques for Value-of-information Assessment in Closed-loop Reservoir Management. ECMOR 2016 - 15th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, Handout. Amsterdam, Netherlands. 29 August – 1 September, - 2016.

[10] O. Leeuwenburgh, A.G. Chitu, R. Nair, P.J.P. Egberts, L. Ghazaryan, T. Feng, L. Hustoft. Ensemble-based Methods for Well Drilling Sequence and Time Optimization under Uncertainty. ECMOR 2016 - 15th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, Handout. Amsterdam, Netherlands. 29 August – 1 September, - 2016.

[11] E.G.D. Barros, S. Maciel, R.J. Moraes, R.M. Fonseca. Automated Clustering Based Scenario Reduction To Accelerate Robust Life-Cycle Optimization ECMOR XV - 16th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery, 3-6 September 2018, Barcelona, Spain.

[12] Данаев Н.Т., Корсакова Н.К., Пеньковский В.И. Массоперенос в прискваженной зоне и электромагнитный каротаж пласта. – Алматы: Қазақ университеті, – 2005. – 180 с.

[13] Орельен Жерон. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем, (2018). – 688 с.

[14] Nello Cristianini, John Shawe-Taylor. An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods. Cambridge University Press. – 2013.

Ұматай Н., Нурахов Е.С., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.

Мұнай өндірісін өндіруді оңтайлануға деректерді классификациялау

Түйіндеме. Бұл мақалада мұнай өндіруді болжау арқылы мұнай кен орындарын игеруді оңтайландыру үшін деректерді **классификациялау** модулінің дамуы қарастырылады. Бұл тәсіл сценарийлер ансамбліне негізделген. Сценарийлерді модельдеу үшін Bakley-Leverett моделі қолданылды. Бір өлшемді және екі өлшемді ығыстыру үлгісі қарастырылады. Кіріс және шығыс параметрлері ретінде $\{m, \mu, k, S_{ost}, \eta\}$ жиынтығы қолданылады. Өндірілген модуль тестіленді және жақсы дәлдік көрсетті.

Түйінді сөздер. Ensemble-based method, кен орындарды оңтайландыру, support vector machine, Баклей-Леверетт моделі, деректерді жіктеу.

УДК: 620.187.3

[1]N.M. Mukhamedova, [2]M.K. Skakov, [2]E.G. Batyrbekov, [3]N.Ye. Mukhamedov
([1] Shakarim SU of Semey, Semey, Republic of Kazakhstan
[2] National Nuclear Center, Kurchatov, Republic of Kazakhstan
[3] Institute of Atomic Energy Branch RSE NNC RK, Kurchatov, Republic of Kazakhstan
E-mail: bakayeva@nnc.kz)

SINTERING TEMPERATURE EFFECT ON FINE SILICON-CARBIDE CERAMIC STRUCTURE

Abstract. The paper presents research results of a fine silicon-carbide ceramic structure obtained with spark plasma sintering (SPS) method. Industrial secondary products were used as initial components for sintering. Composition of a charged burden: 75 wt.% silicon and 25 wt.% graphite (carbon basis). TEM-analysis of structure features of the fine silicon-carbide ceramics have been carried out. It was determined that generated phases can be identified as α, β-SiC nanocrystalline cubic phase. It was revealed that reflections broadened in diffraction angle indicate the beginning of a certain texture formation, mainly in the region of Si/SiC heteroboundaries. It was established that mean size of SiC grains does not exceed 5 – 10 nm.

Key words: silicon-carbide ceramics, fine structure, transmission electron microscopy.

[1]Н.М. Мухамедова, [2]М.К. Скаков, [2]Э.Г. Батырбеков, [3]Н.Е. Мухамедов
([1] ГУ имени Шакарима города Семей, г.Семей, Казахстан
[2] Национальный ядерный центр, г. Курчатов, Казахстан
[3] Филиал Институт Атомной Энергии РГП НЯЦ РК, г. Курчатов, Казахстан
E-mail: bakayeva@nnc.kz)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СПЕКАНИЯ НА ТОНКУЮ СТРУКТУРУ КАРБИДОКРЕМНИЕВОЙ КЕРАМИКИ

Аннотация. В работе представлены результаты по исследованию тонкой структуры карбидокремниевой керамики, полученной методом искроплазменного спекания (SPS). В качестве исходных компонентов для проведения процедуры спекания были использованы вторичные продукты промышленности. Состав загружаемой шихты: 75 масс% кремний и 25 масс % графит (углеродная основа). Проведены ПЭМ-исследования особенностей строения тонкой структуры карбидокремниевой керамики. Определено, что образованные фазы можно идентифицировать как нанокристаличускую кубическую фазу α, β-SiC. Выявлено, что уширенные по углу дифракции рефлексы свидетельствует о начале формирования некоторой текстуры, преимущественно в области гетерограниц Si/SiC. Установлено, что средний размер зерен SiC не превышает 5 – 10 нм.

Ключевые слова: карбидокремниевая керамика, тонкая структура, просвечивающая электронная микроскопия.

Введение

Как известно [1, 2], в последнее время керамика из изделий строительного и хозяйственно–бытового назначения превратилась в многофункциональный материал. Областями ее применения стали электротехника, электроника, машиностроение, ядерная техника и нефтяная промышленость, где прочность и стойкость к хрупкому разрушению крайне важны [1 – 3].

Карбидокремниевая керамика, благодаря ряду уникальных свойств: большой ширине запрещенной зоны (2,3 – 3,3 эВ для различных политипных форм), теплопроводности (3 – 5 Вт/(см*К)), химической и радиационной стойкости (за счет высокой энергии дефектообразования 25 – 35 эВ) является перспективным материалом для применения в различных областях современной промышленности [3 – 5].

В настоящее время применяются различные методы для получения карбида кремния и его модификаций, такие как пропитка углеродной основы расплавленным кремнием, спекание кремнезема с углеродом в графитовой электропечи Ачесона, получение материала «внутренним силицированием» и др. [6, 7]. Особое развитие в последнее десятилетие по получению материалов в области порошковой металлургии получил метод искроплазменного спекания. Данный метод позволяет эффективно контролировать пористость спекаемых материалов и получать компактные образцы соединений, обычное прессование которых практически неосуществимо[7, 8].

В качестве исходных компонентов для получения карбидокремниевой керамики были использованы вторичные продукты промышленности, а именно кварцевый песок и графитовый лом.

В работах [9, 10] проводилось изучение тонкой структуры при восстановлении сферических частиц аморфного диоксида кремния. Получены нанокристаллы гексагональных политипов α-SiC, а также проведены исследования воздействия эвтектических добавок на карбидокремниевоую керамику. Данные исследования показывают, что нанокристаллы карбида кремния имеют размеры в интервале от 5 нм до 50 нм, дифракционные линии образцов SiC в основном соответствуют гексагональной модификации карбида кремния [9]. Результаты работы [10] показывают значительное влияние эвтектических добавок на тонкую структуру карбидокремниевой керамики.

Принимая во внимание вышеизложенное, целью настоящей работы является изучение особенностей строения тонкой структуры карбидокремниевой керамики, полученной методом SPS из компонентов вторичных продуктов промышленности.

Материалы и методы исследования

Как известно, просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) — устройство для получения изображения ультратонкого образца путём пропускания через него пучка электронов. Ультратонким считается образец толщиной порядка 0,1 мкм. Прошедший через вещество образца пучок электронов увеличивается магнитными линзами (объективом) и регистрируется на флуоресцентном экране или фотоплёнке [11].

Поток электронов в электронном микроскопе создаётся посредством термоэлектронной или полевой эмиссии. В первом случае при высокой температуре электроны испускаются проволокой из вольфрама или монокристаллом гексаборида лантана. Затем электроны ускоряются высокой разностью потенциалов и фокусируются на образце электромагнитными (или реже — электростатическими) линзами. Прошедший через образец луч электронов содержит информацию об электронной плотности, фазе и периодичности; эти данные используются при формировании изображения. Подробное описание метода ПЭМ приведено в [12, 13].

Для просвечивающей электронной микроскопии большое значение придается пробоподготовке [14]. Так как необходимо провести целый ряд операций с объектом, привести его к виду, наилучшему для исследования методом ПЭМ, а затем уже проводить анализ. Для изучения тонкой структуры карбидокремниевой керамики нами была проведена ионная обработка образца, истончение его ионами аргона до толщины не превышающей 1 мкм.

Для исследования экспериментальных образцов карбидокремнивой керамики применялся просвечивающий электронный микроскоп «FEI Tecnai G2 20 TWIN». Параметры ионного пучка: энергия пучка 30 кэВ, ионный ток от 2 нА до 10 пА.

С целью определения химического состава локальных микрообъемов использовали приставку для микрорентгеноспектрального анализа. Для идентификации фаз, присутствующих в материале, применялся дифракционный анализ с использованием темнопольной методики и последующим индицированием микроэлектронограмм в соответствии с [11, 15, 16].

Объектом исследования являлись образцы карбидокремниевой керамики. Соотношение порошков в формируемой композиции составлял Si-75 % масс С 25 % масс.

Для создания компактных образцов карбидокремниевой керамики в работе использовали технологию искроплазменного спекания порошковых смесей (SPS-технология) на установке Labox-1575 (г. Новосибирск, Россия), по методике указанной в [7, 8].

Результаты и обсуждение

Ранее в работе [17] были приведены результаты анализа структурно-фазового состояния спеченной карбидокремниевой керамики. В настоящей работе приведены данные, полученные уже способами просвечивающей электронной микроскопии.

Образование кубической фазы подтверждается методами просвечивающей электронной микроскопии и микродифракции электронов (рисунок 1). Присутствие на микроэлектронограмме слабых, уширенных по углу дифракции рефлексов свидетельствует, в основном, о начале формирования некоторой текстуры, преимущественно в области гетерограниц. Вместе с тем радиальное размытие первого дифракционного кольца и очень слабые последующие дифракционные линии свидетельствуют о наличии аморфной фазы. Эта фаза, по-видимому, заполняет пространство между соседними кристаллитами, которые в объеме пленки ориентированы хаотично, и границы которых не имеют выраженного контраста. Средний размер нанозерен α, β-SiC не превышает 5 – 10 нм.

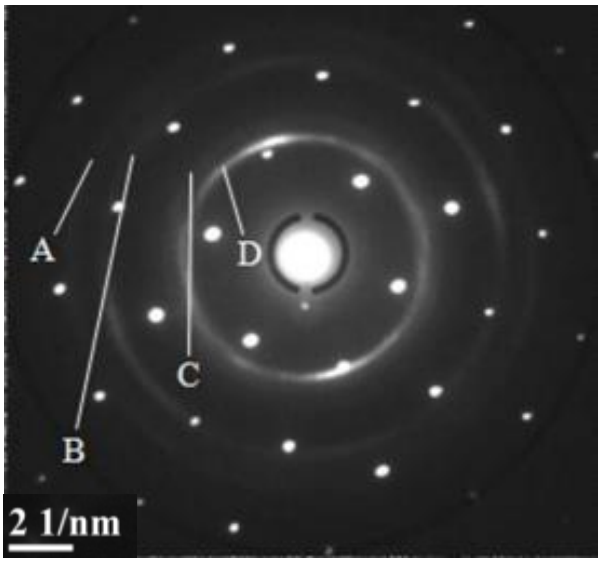


Рис. 1. Микроэлектронограмма нанокристаллического β-SiC

Результаты анализа полученной микродифракционной картины исследуемых образцов представлены в таблице 1. Определенные по параметрам дифракционных колец межплоскостные расстояния позволяют идентифицировать образующуюся фазу как нанокристаллический β-SiC.

Таблица 1 – **Межплоскостные расстояния, полученные при анализе микроэлектронограммы.**

Кольцо	Параметр решетки *a*, нм (SiC)	d(hkl), нм		h	k	L
		Расчет	Эксперимент			
A	0,43590	0,25166	0,26315	1	1	1
B	0,43590	0,30822	0,30752	1	1	0
C	0,43590	0,43590	0,44826	1	0	0
D	0,43590	0,50333	0,50860	1/2	1/2	½

На рисунке 2 приведено ПЭМ – изображение гетерограницы Si/SiC в пределах одного зерна. Здесь хорошо видны точечные рефлексы, соответствующие монокристаллическому состоянию участка, от которого получена микроэлектронограмма.

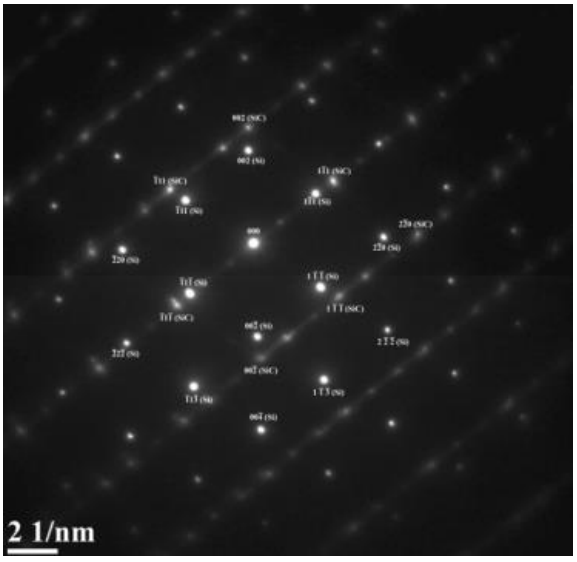


Рис. 2. Микроэлектронограмма гетерограницы Si/SiC

Результаты расшифровки электронограммы представлены в таблице 2. Из этих данных следует, что экспериментальные значения межплоскостных расстояний d(hkl) очень близки к расчетным для кубической решетки SiC.

Таблица 2 – **Результаты расшифровки электронограммы.**

Параметр решетки *a*, нм	d(hkl), нм		h	k	l
	Расчет	Эксперимент			
0,43590	0,21850	0,21702	0	0	2
0,43590	0,25201	0,25001	1	-1	-1
0,43590	0,21803	0,21712	0	0	-2
0,43590	0,25201	0,25100	-1	1	1
0,43590	0,13001	0,13011	1	-1	2
0,43590	0,15254	0,15402	-2	2	0
0,43590	0,13201	0,13475	-1	1	2
0,43590	0,12401	0,11142	-2	1	2

Помимо основных рефлексов на рисунке 2 наблюдается ряд дополнительных дифракционных линий. Расчет межплоскостных расстояний для этих рефлексов указывает на их принадлежность к областям двойникования. В качестве примера, поясняющего возникновение дополнительных рефлексов, на рисунке 3 приведена модель кристаллической решетки 3С, содержащей двойники (пунктирной линией обозначена плоскость двойникования).

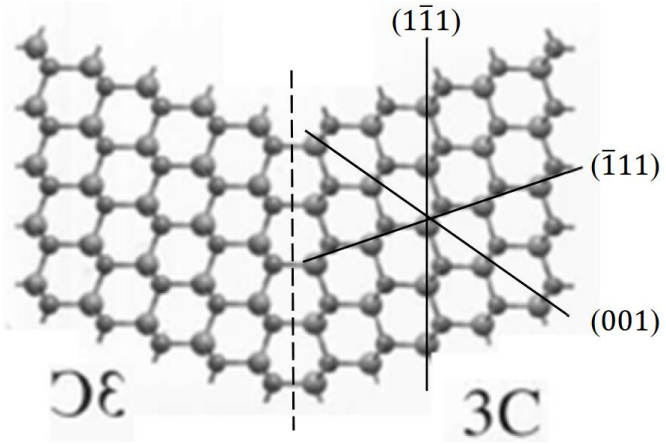


Рис. 3. Модель двойникования кристаллической решетки 3С-SiC [18]

Легко убедиться, что вращение вокруг осей <111> на 180° совмещает одну систему рефлексов с другой. Подобная картина характерна для двойникования по плоскостям {111}, имеющим, как известно, наименьшую поверхностную энергию.

Заключение

По результатам проведенных работ можно сделать следующие выводы:

– методом искроплазменного спекания получены экспериментальные образцы карбидокремниевой керамики;

проведены ПЭМ-исследования особенностей строения тонкой структуры карбидокремниевой керамики;

– определено, что образованные фазы можно идентифицировать как нанокристаличускую кубическую α, β-SiC – фазу;

– установлено, что средний размер зерен SiC не превышает 5 – 10 нм;

– выявлено, что уширенные по углу дифракции рефлексы свидетельствует о начале формирования некоторой текстуры, преимущественно в области гетерограницы Si/SiC.

Благодарность

Работа выполнена при грантовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан за 2018 год по теме «Свойства и характеристики расплава материалов активной зоны ядерного реактора, полученного на исследовательском реакторе ИГР» (Договор номер 305 от 30.03.2018).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Abderrazak H., Hmida E.S. Silicon Carbide: Synthesis and Properties.– Edited by R. Gerhardt. InTech, Janeza Trdine.– 2011 pp.– 361–388.

[2]. Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика.– Томск: Издательство Том. политехн. университетата.– 2004.– 75 с.

[3]. Fend Z. C. SiC power materials: devices and applications. Ed. Springer series in material science, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN: 3-540-20666-3, 2014.

[4]. M. Skakov, Sh. Kurbanbekov, V. Baklanov, N. Mukhamedova, W. Wieleba Structure investigations of siliconized graphite obtained during the elaboration of sintering process technology // International Journal of ChemTech Research . 2016. №9(8). С. 447-452.

[5]. Гузман И.Я. Химическая технология керамики / Гузман И.Я.– Москва: ООО РИФ «Стройматериалы». 2003. – 406 с.

[6]. Bhaumik S. K. Synthesis and sintering of SiC under high pressure and high temperature / Bhaumik S. K., Divakar C., Usha Devi S. // J. Mater. Res. Soc.. - v. 14. - № 3. - P. 901–906.

[7]. Болдин М.С. Физические основы технологии электромпульсного плазменного спекания: учеб.-метод. пособие / Нижегородский государственный университет. – Нижний Новгород, 2012. – 59 с.

[8]. С.Н. Перевислов, Д.Д. Несмелов, М.В. Томкович Получение материалов на основе SiC и Si3N4 методом высокоимпульсного плазменного спекания / Вестник Нижегородского университета им. Лобачевского, 2013, № 2 (2), с. 107-114.

[9]. А.А. Жохов, В.М. Масалов, Д.В. Матвеев и др. Синтез нанокристаллов α-SiC при карботермическом восстановлении сферических наночастиц аморфного диоксида кремния // Физика твердого тела. - 2009. - №том 51. в.8. - С. 1626-1631.

[10]. Житнюк С.В. Керамика на основе карбида кремния, модифицированная добавками эвтектического состава: дис. ... канд. тех. наук: 05.17.11. - М. , 2014. - 174 с.

[11]. Хирш П., Хови А., Николсон Р., Пэшли Д., Уэллан М. Электронная микроскопия тонких кристаллов. – М.: Мир, 1968. – 574 с.

[12]. Я. С. Уманский, Ю. А. Скаков, А. Н. Иванов, Л. Н. Расторгуев. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. — М.: Металлургия, 1982, 632 с.

[13]. Д. Синдо. Т. Оикава. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия. — М.: Техносфера, 2006, 256 с. ISBN 5-94836-064-4.

[14]. Neogi, S.S.; Neogi, J.; Vaidyanathan, R.; Sankar, J. TEM sample preparation technique for ceramic materials // Science and technology alliance -- Materials conference. - 1995. - №26. - С. 427-432.

[15]. Эндрюс К., Дайсон Д., Киоун С. Электронограммы и их интерпретация. – М.: Мир, 1971. – 256 с.

[16]. Практические методы в электронной микроскопии / под ред. О.М. Глоэра: пер. с англ. – Л.: Машиностроение, 1980. – 375 с.

[17]. N.M. Mukhamedova, M.K. Skakov, W. Wieleba Determination of phase composition and mechanical properties of surface of the material obtained on the basis of silicon and carbon by spark-plasma sintering method. // AIMS Materials Science.- 2019.- №6 (1).- P. 1-9. DOI: 10.3934/matersci.2019.1.1

[18]. Silicon carbide – materials, processing and applications in electronic devices / Edited by Moumita Mukherjee. InTech. – 2011. – P. 558.

Мухамедова Н.М., Скаков М.К., Батырбеков Э.Г., Мухамедов Н.Е.

Карбид кремний керамиканың жұқа құрылымына бірігу температурасының әсері

Түйіндеме. Жұмыста ұшқын плазмалық бірігу (SPS) әдісімен алынған карбид кремний керамикасының жұқа құрылымын зерттеу бойынша нәтижелер ұсынылды. Бірігу процедурасын жүргізу үшін бастапқы компоненттері ретінде өнеркәсіптің екінші өнімдері пайдаланылды. Жүктеу шихтасының құрамы: 75 масс% кремний және 25 масс % графит (негізі көміртек). Карбид кремний керамикасының жұқа құрылымы құрылысының ерекшеліктерінің ПЭМ-зерттеулері жүргізілді. Пайда болған фазаларды нанокристалдық кубтық фаза α, β-SiC ретінде теңестіруге мүмкін болатыны белгіленді. Дифракция бұрышы бойынша кеңейген рефлекстері, көбінесе Si/SiC гетеро шектеулер саласында біршама текстураның қалыптасуының басталуы туралы куәландыратыны белгіленді. SiC түйіршіктерінің орта өлшемі 5-10 нм артпайтыны белгіленді.

Негізгі сөздер: карбид кремний керамикасы, жұқа құрылымы, жарық түсіретін электрондық микроскопия.

УДК 621.039

[1,2]A.S. Surayev, [3]M.K. Skakov, [4]W.K. Wieleba
([1]Semey State University named after Shakharim, Semey, Kazakhstan
[2] Branch IAE RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan
[3] National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan, Kurchatov, Kazakhstan
[4]Wroclaw Polytechnic University, Wroclaw, Poland
E-mail: suraev@nnc.kz)

CHARACTERISTICS CALCULATION OF THE CORE AND THE CAMPAING OF A GAS-COOLED REACTOR USING THE MONTE CARLO METHOD

Abstract. The paper shows the application of the Monte Carlo method and its implementation in the MCNP5 program for neutron-physical calculations of the characteristics of the core of a gas-cooled reactor and the reactor campaign. The design features of the core of a gas-cooled reactor and material composition presented, which formed the basis for the development of a calculation model of a gas-cooled reactor with a water moderator. The result of this work is the developed computer calculation model of a gas-cooled reactor and the characteristics of the core and the reactor campaign obtained after neutron-physical calculations.

Keywords: calculation model, gas-cooled reactor, neutron-physical calculation, Monte Carlo method.

[1,2]А.С. Сураев, [3]М.К. Скаков, [4]В.К. Виелеба
([1]Государственный университет имени Шакарима города Семей, Семей, Казахстан
[2]Филиал Институт атомной энергии НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан
[3]Национальный ядерный центр Республики Казахстан, Курчатов, Казахстан
[4]Вроцлавский политехнический университет, Вроцлав, Республика Польша
E-mail: suraev@nnc.kz)

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНОЙ ЗОНЫ И КАМПАНИИ ГАЗООХЛАЖДАЕМОГО РЕАКТОРА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Аннотация. В работе показано применение метода Монте-Карло и его реализация в программе MCNP5 для проведения нейтронно-физических расчетов характеристик активной зоны газоохлаждаемого реактора и кампании реактора. Приведены особенности конструкции активной зоны газоохлаждаемого реактора и материального состава, которые легли в основу разработки расчетной модели газоохлаждаемого реактора с водным замедлителем. Результатом выполнения данной работы являются разработанная компьютерная расчетная модель газоохлаждаемого реактора и характеристики активной зоны и кампании реактора, полученные после проведения нейтронно-физических расчетов.

Ключевые слова: расчетная модель, газоохлаждаемый реактор, нейтронно-физический расчет, метод Монте-Карло

Введение

В настоящее время расчетным методам исследования уделяется все больше внимания. Это объясняется рядом особенностей такого подхода: доступность, относительная простота освоения, точность, достоверность и повторяемость результатов, наглядность и пр. Так в атомной отрасли при проектировании ядерных энергетических установок, критических сборок или в процессе эксплуатации существующих реакторных установок очень часто возникает необходимость в выполнении нейтронно-физических расчетов. Как правило, расчет нейтронно-физических характеристик той или иной системы представляет собой очень сложный и трудоемкий процесс [1]. Именно по этой причине в конце 70-х годов прошлого столетия был разработан программный код MCNP. В основе этой программы лежит метод Монте-Карло, который предназначен для решения задач переноса элементарных частиц, таких как: фотоны, электроны, нейтроны.

В рамках данной работы этот метод был применен для разработки расчетной модели активной зоны газоохлаждаемого реактора и проведения ряда нейтронно-физических расчетов реактора в программе MCNP. Цель работы: получить нейтронно-физические характеристики вариантов активной зоны газоохлаждаемого реактора с водным замедлителем.

Методы и предмет исследования

MCNP – это программа, которая применяет метод Монте-Карло для решения задач переноса, расчета распределения в зависимости от времени связанных нейтронов, фотонов, электронов [2-4]. Данный метод можно использовать для нескольких комбинаций задач, в зависимости от рода частиц: только нейтроны, только фотоны, только электроны, перемещение нейтронов и фотонов, где фотоны образуются из взаимодействия нейтронов. Область представления энергий нейтронов – от 10^{-11} МэВ до 20 МэВ, и область представления энергий фотонов и электронов – от 1 кэВ до 1000 МэВ. Возможность вычисления собственных значений k_{eff} (эффективный коэффициент размножения реактора) для систем ядерного топлива – также является стандартным свойством. Взаимодействие нейтронного излучения с веществом, а также реальное поведение нейтронов в различных материалах становится возможным благодаря наличию огромного количества оцененных ядерных данных по сечениям взаимодействия. Эти сведения хранятся в специальных библиотеках, оцененных ядерных данных ENDF/B-VI [4].

Работа с программой начинается с того, что исследователь создает файл с входными данными, который потом будет передан на обработку в ядро программы MCNP. Этот файл содержит структурированный набор данных, в котором приводятся: карты ячеек (описание расчетных областей), карты поверхностей (набор геометрических элементов, из которых формируется расчетная модель), свойства материалов (перечень изотопов и их ядерные концентрации), описание расчетных режимов и карты управления выводом рассчитанных данных [5–7].

В работе рассмотрен газоохлаждаемый реактор с тепловой мощностью 1000 МВт [8]. Поскольку в реакторе используются разнородные теплоноситель и замедлитель, реактор выполняется канального типа. Большая замедляющая способность легкой воды в сравнении с тяжелой делает шаг решетки размещения каналов небольшим. Если в тяжеловодном реакторе он превышает 25 см, то в рассматриваемом реакторе с простой водой установлен шаг треугольной решетки ~12 см. В активной зоне установлено 549 ТВС с внешним диаметром корпуса 10 см. Диаметр активной зоны составляет 3,0 м, высота топлива в ТВС – 2,2 м. В каждой ТВС установлено 59 твэлов с внешним диаметром 6,8 мм.

На рисунке 1 показана принципиальная схема активной зоны данного реактора и габаритные размеры.

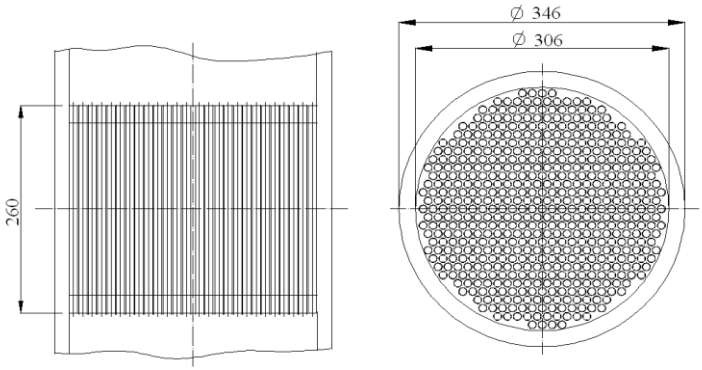


Рис. 1. Принципиальная схема газоохлаждаемого реактора с водным замедлителем

Основные размерно-материальные характеристики модели реактора с газовым теплоносителем, представлены в таблицах 1,2.

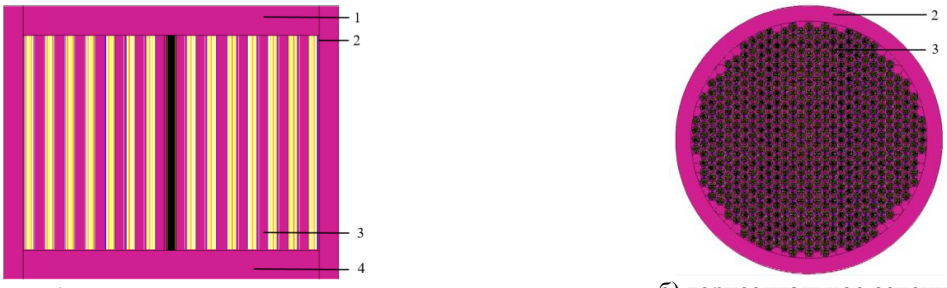
Таблица 1. **Исходные данные для моделирования твэлов реактора**

Параметр	Значение
Количество ТВЭЛ, шт	32 391
Высота, см	220
Радиус, см	0,345
Толщина оболочки, см	0,04
Радиус цилиндра, занятого топливом, см	0,295
Радиус центрального цилиндра, заполненного гелием, см	0,09
Количество ТВС, шт	549
Количество твэлов в одной ТВС, шт	59
Высота, см	220
Радиус, см	4,7
Толщина оболочки, см	0,3

Разработка расчетной модели

На основе представленных размерных параметров, особенностей геометрии и материального состава всех элементов активной зоны реактора в программе MCNP5 была разработана компьютерная расчетная модель. Полученная модель полностью соответствует компоновке рассматриваемой активной зоны.

Общий вид построенной модели представлено на рисунке 2.



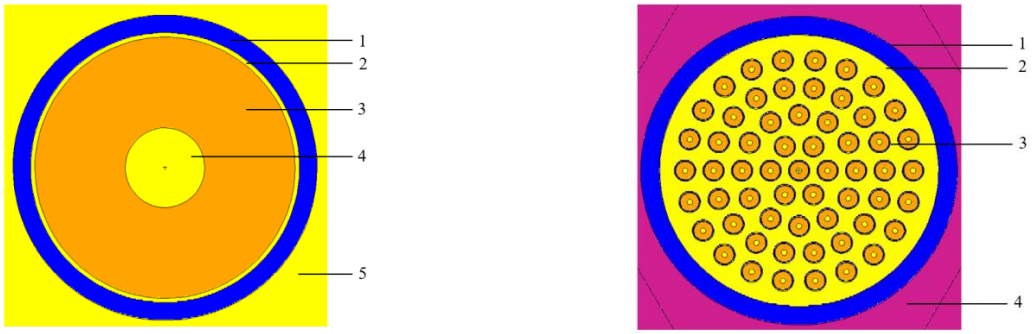
а) вертикальное сечение б) горизонтальное сечение

1 – боковой отражатель, 2 – верхний отражатель, 3 – активная зона; 4 – нижний отражатель

Рис. 2. Общий вид расчетной модели реактора

Каждая ТВС состоит из твэлов, размещенных в пять рядов: в первом ряду находится 1 твэл, во втором – 6, в третьем – 12, в четвертом – 18, в пятом – 22. Каждый твэл, в свою очередь, разбит на 11 частей по высоте (по 20 см каждая) для графического представления энерговыделения по всей высоте твэла.

Модели твэла и ТВС показаны на рисунке 3.



а)
1 – оболочка твэла; 2 – газовый зазор; 3 – топливо;
4 – центральное отверстие; 5 – теплоноситель

б)
1 – чехол ТВС; 2 – теплоноситель; 3 – твэл;
4 – замедлитель

Рис. 3. Модели твэла и ТВС.

Результаты нейтронно-физического расчета активной зоны

Расчет нейтронно-физических характеристик проводился с помощью разработанной расчетной модели активной зоны.

Было просчитано 8 вариантов модификации реактора с газовым теплоносителем мощностью 1000 МВт. Особенности каждого варианта представлены в таблице 3. Конструкция активной зоны газоохлаждаемого реактора одинакова как для тяжеловодного, так и для легководного вариантов.

Таблица 3. **Расчетные варианты**

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8
Тип топлива	Uмет				UO_2			
Шаг размещения ТВС в активной зоне, см	12		16		12		16	
Обогащение по U^{235}, %	2,5							
Замедлитель / отражатель	D_2O	H_2O	D_2O	H_2O	D_2O	H_2O	D_2O	H_2O

На основе данных, полученных в результате проведенного расчета моделей в программе MCNP5, рассчитывается реактивность и относительная погрешность измерения эффективного коэффициента размножения каждого конкретного варианта реактора, полученные данные отображены в таблице 4.

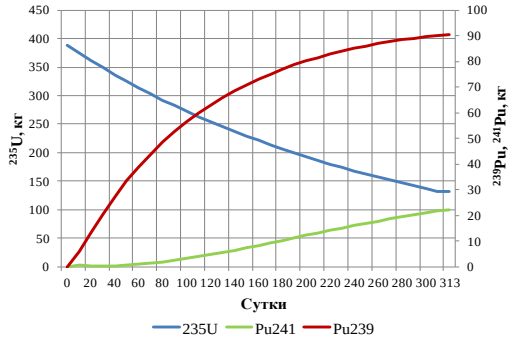
Таблица 4. **Результаты нейтронно-физического расчета**

Параметр	№ варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Значение							
Коэфф-т размножения	1,13	1,20	1,39	0,83	1,09	1,21	1,36	0,84
Погрешность счета, %	0,61	0,28	0,17	-	0,7	0,27	0,24	-
Утечка нейтронов, %	7,8	<1	4,9	<1	7,81	<1	4,74	<1
Деление, % на тепловых на быстрых	 77 5,2	 91 4,56	 88,1 2,87	 93 4,4	 76,7 5,33	 91 4,58	 88 2,94	 92,96 4,41
Деление на ядрах, % ^{235}U ^{238}U	 43,87 2,01	 47 1,97	 55,2 1,41	 32,6 1,33	 42,3 2,0	 47,2 1,97	 54,3 1,41	 32,92 1,34
Поглощение нейтронов								
Поглощение, % ^{2}H ^{1}H ^{235}U ^{238}U	 0,58 - 10,20 34,20	 - 25,3 8,87 16,2	 0,47 - 11,1 26	 - 50,2 5,95 9,31	 0,58 - 9,93 35,8	 - 24,2 8,92 17	 0,45 - 11 27,2	 - 49,42 6 9,64

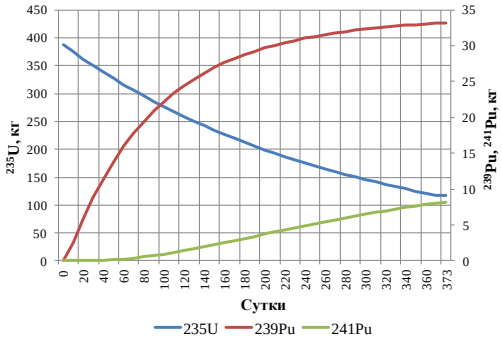
Результаты расчета кампании реактора

На следующем этапе была оценена продолжительность кампании газоохлаждаемого реактора, и глубина выгорания топлива. Расчеты проведены для тех же конфигураций (таблица 3), за исключением двух вариантов №4 и №8, в которых эффективный коэффициент размножения не достиг единицы.

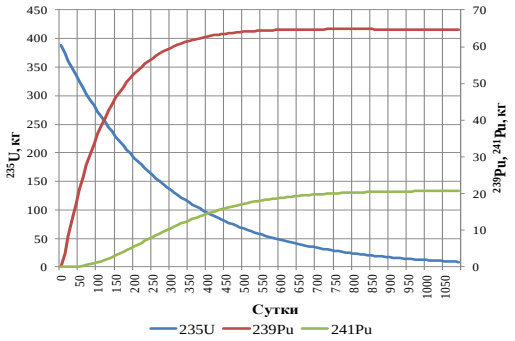
На рисунке 4 приведено изменение содержания делящихся веществ в кампании реакторов с замедлителем в виде простой и тяжелой воды с металлическим и диоксидным топливом с переменным шагом расстановки ТВС 12 и 16 см.



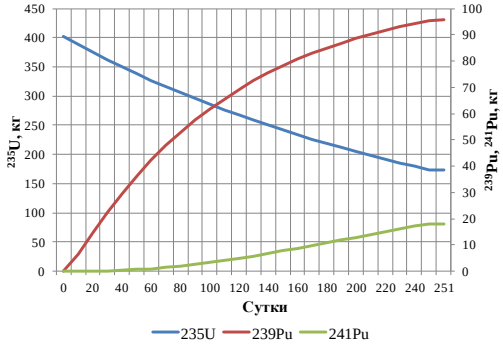
Вариант 1: шаг– 12 см, D_2O, U met



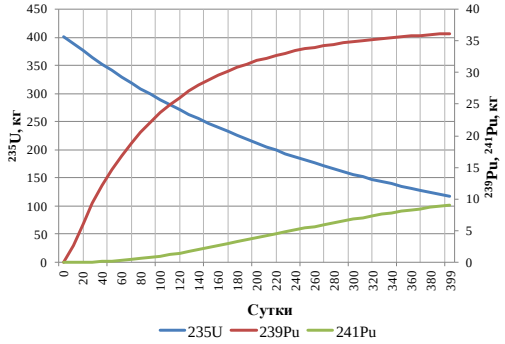
Вариант 2: шаг – 12 см, H_2O, U met



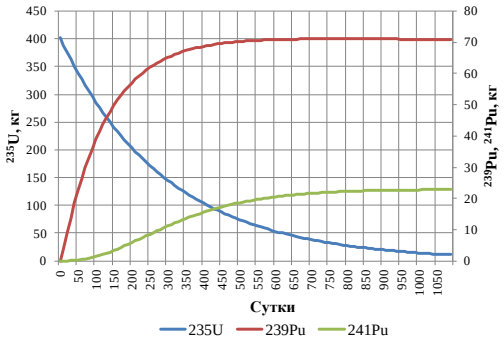
Вариант 3: шаг – 16 см, D_2O, U met



Вариант 5: шаг – 12 см, D_2O, UO_2



Вариант 6: шаг – 12 см, H_2O, UO_2



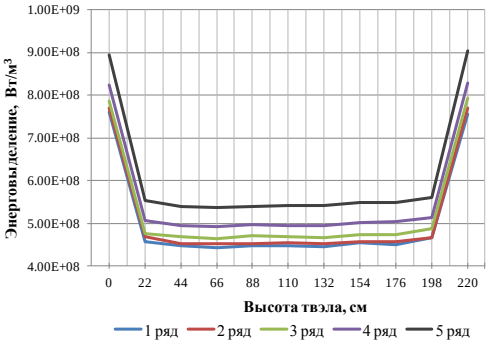
Вариант 7: шаг – 16 см, D_2O, UO_2

Рис. 4. Изменение содержания делящихся веществ в кампании рассматриваемых вариантов реактора

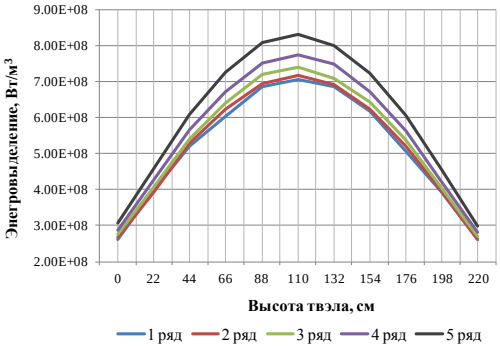
На рисунке 5 показано выделение энергии в твэле каждого рассматриваемого варианта реактора. Данные кривые энерговыделения демонстрируют выделение энергии как по высоте твэла, так и по рядам, в которых они расположены в ТВС.

Таблица 5. **Характеристики кампании газоохлаждаемого реактора**

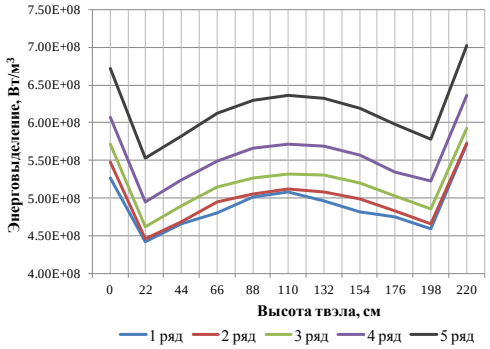
Параметр	Значение по вариантам							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Выгорание, МВт×сут/кг	19,9	18,2	45,7	-	15,92	18,8	45,4	-
Длительность кампании, сут	313	373	1105	-	251	399	1086	-



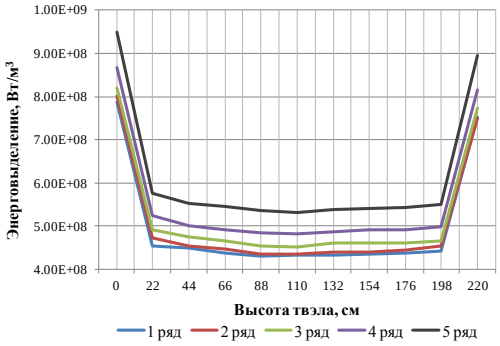
Вариант 1: шаг– 12 см, D_2O, U met



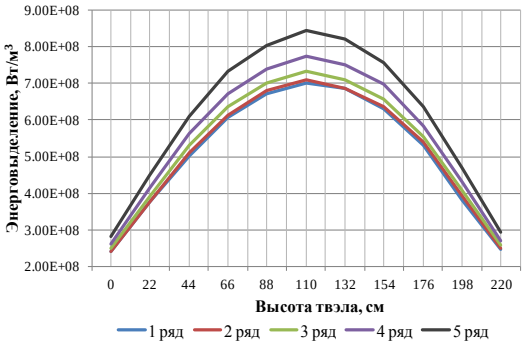
Вариант 2: шаг – 12 см, H_2O, U met



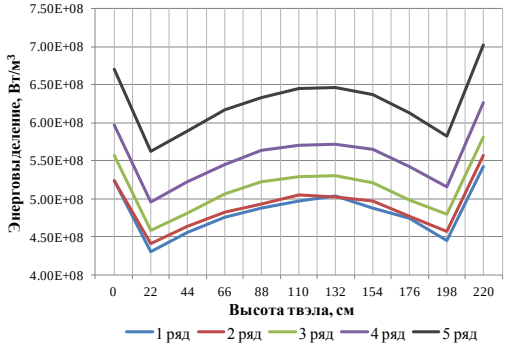
Вариант 3: шаг – 16 см, D_2O, U met



Вариант 5: шаг – 12 см, D_2O, UO_2



Вариант 6: шаг – 12 см, H_2O, UO_2



Вариант 7: шаг – 16 см, D_2O, UO_2

Рис. 5. Распределение энерговыделения по высоте твэла по рядам их размещения в ТВС

Обсуждение результатов расчета вариантов активной зоны

В результате расчетов определены нейтронно-физические характеристики всех вариантов модели газоохлаждаемого реактора с водным замедлителем. Анализ таблиц 4,5 позволяет сделать заключение о том, что четвертый и восьмой варианты представляют собой подкритическую систему, так как эффективный коэффициент размножения меньше единицы. Это объясняется большим сечением поглощения нейтронов в протии. Наибольшее значение этого параметра в конструкции активной зоны варианта №8. Здесь благодаря комбинации большого шага размещения ТВС, а также использованию тяжелой воды в замедлителе удалось достичь $k_{эфф}$ равного 1,361. На графиках (рисунок 4) показана неравномерность распределения плотности потока тепловых нейтронов по каждому ряду твэлов в ТВС.

По общему виду кривых все графики можно разделить на три группы (таблица 6).

Таблица 6. **Компоновка вариантов активной зоны по группам**

Характеристики	Группа / Вариант					
	I группа		II группа		III группа	
	1	5	2	6	3	7
Шаг размещения ТВС, см	12	12	12	16	16	16
Тип замедлителя	D_2O	D_2O	H_2O	H_2O	D_2O	D_2O
Обогащение по ^{235}U, %	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Вид топлива	Umet	UO_2	Umet	Umet	Umet	UO_2

Данные группы, объединенные по общему виду распределения энерговыделения по высоте твэла, имеют близкие по значению величины эффективного коэффициента размножения, утечки нейтронов, деления на тепловых и быстрых нейтронах, на ядрах делящихся материалов, поглощения в топливной композиции и конструкционных материалах реактора.

Первый и пятый варианты характеризуются самым большим значением утечки и поглощения нейтронов в делящемся материале.

Распределение энерговыделения практически по всей высоте ТВС равномерно. Из-за малого шага размещения ТВС рожденные нейтроны не успевают замедлиться в пределах активной зоны до энергии тепловых и вылетают в область отражателя, который окружает активную зону сверху и снизу, откуда уже замедлившись, возвращаются в активную зону. В связи с этим и наблюдается рост энерговыделения на концах твэлов – «концевые эффекты».

Второй и шестой варианты (II группа) характеризуются самым малым значением утечки, поглощения нейтронов в делящемся материале. В данных вариантах замедлитель и отражатель выполнены в виде обычной воды, которая характеризуется высокой скоростью замедления нейтронов. Протий, входящий в состав воды, сильно поглощает тепловые нейтроны (поглощение колеблется от 24,2 % до 50,2 %). Все нейтроны замедляются в пределах активной зоны.

Третий и седьмой варианты (III группа) характеризуются средним значением утечки и поглощения в делящемся материале по сравнению с предыдущими двумя группами. На кривых, представляющих энерговыделение рассматриваемых вариантов реактора с газовым теплоносителем, показан рост значений энерговыделения в центре твэла благодаря достаточному шагу размещения ТВС

в активной зоне, отображено наличие концевых эффектов, что связано с природой замедлителя / отражателя (аналогично I группе).

Из всех рассмотренных вариантов лучшими критериями обладает вариант №3, в котором топливо – металлический уран, замедлитель (отражатель) – тяжелая вода, шаг размещения ТВС в активной зоне – 16 см.

Эта конфигурация обладает рядом преимуществ:

– низкообогащенное топливо (2,5 % по изотопу ^{235}U);

– ТВС не содержит теплового экрана;

– требуется в 2 раза меньше тяжелой воды, чем в реакторе CANDU близкой мощности.

– самая продолжительная кампания – 1105 суток;

– наибольшее выгорание делящегося материала (^{235}U выгорело 97,8 %);

– наибольшее значение глубины выгорания – 45,7 МВт×сут/кг;

– доля использования природного урана (1,24 %) достигает значения, характерного для реакторов CANDU, лучших из тепловых реакторов в этом отношении. Однако, в реакторах CANDU достигаемое выгорание примерно в четыре раза ниже, а количество тяжелой воды, которой в них свыше 200 тонн, требует много больших затрат.

Заключение

Разработана расчетная модель активной зоны газоохлаждаемого реактора с водным замедлителем. Проведены нейтронно-физические расчеты данной модели методом Монте-Карло в программе MCNP, а также расчеты вариантов кампании реактора. Выполнен анализ полученных результатов, на основе которого получено то, что лучшими параметрами и характеристиками обладает компоновка активной зоны газоохлаждаемого реактора, в которой замедлителем является тяжелая вода, а ТВС размещены с шагом 16 см, при этом топливом может быть низкообогащенный металлический уран или его диоксид.

Работа выполнена в рамках финансируемого МОН РК грантового проекта № 4139/ГФ4 «АЭС на основе газоохлаждаемого реактора с водным замедлителем».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бать Г.А. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов /Учеб. пособие для вузов / Г.Г. Бартоломей, Г.А. Бать, В.Д. Байбаков, М.С. Алхутов; Под ред. Г. А. Батя. — М.: Энергоиздат, 1982. — 511 с., ил.

[2] Ермаков, С.М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике: Вводный курс [Текст] / С.М Ермаков – СПб.: Невский Диалект; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 192 с.

[3] Briesmeister, J.F. MCNP - a general Monte-Carlo Code for neutron and photon Transport [Текст] / Los Alamos National Laboratory. J.F. Briesmeister. – April 24, 2003. – 591 с. – LA-7396M, 1997.

[4] MCNP-5.1.40 Monte-Carlo N-Particle Transport Code; Los Alamos National Laboratory; Los Alamos, New Mexico – April 24, 2003.

[5] MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5. Volume I: Overview and Theory [Текст] / X-5 Monte Carlo Team. Los Alamos National Laboratory. April 24, 2003. – 340 с. – LA-UR-03-1987.

[6] MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5. Volume II: User's Guide [Текст] / X-5 Monte Carlo Team. Los Alamos National Laboratory. April 24, 2003. – 504 с. – LA-UR-03-0245.

[7] MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5. Volume III: Developer's Guide [Текст] / X-5 Monte Carlo Team. Los Alamos National Laboratory. April 24, 2003. – 196 с. – LA-UR-03-0284.

[8] V.M. Kotov, G.A. Vityuk and A.S. Suraev. Possibilities of gas-cooled water-moderated reactors. – Atomic Energy, Vol. 116, No. 1, May, 2014. – p. 6–13.

Сураев А.С., Скаков М.К., Виелеба В.К.

Монте-карло әдісімен газбен салқындалатын реактордың белсенді аймағының және кампаниясының сипаттамаларын есептеу

Түйіндеме. Жұмыста Монте-Карло әдісін қолдану және оны газбен салқындалатын реактордың белсенді аймағы мен реактор кампаниясы сипаттамаларының нейтронды-физикалық есептеулерін жүргізу үшін MCNP5 бағдарламасында іске асыру көрсетілген. Су баяулатқышы бар газбен салқындалатын реактордың есептік моделін әзірлеу негізіне жатқан, газбен салқындалатын реактордың белсенді аймағы конструкциясының және материалдық құрамының ерекшеліктері келтірілген. Осы жұмысты орындаудың нәтижесі газбен салқындалатын реактордың әзірленген компьютерлік есептік моделі және нейтрондық-физикалық есептеулерді жүргізгеннен кейін алынған, реактордың белсенді аймағы мен кампаниясының сипаттамалары болып табылады.

Негізгі сөздер: есептік модель, газбен салқындалатын реактор, нейтронды-физикалық есептеулер, Монте-Карло әдісі.

УДК 537.5.620.3

Kh.A. Abdullin, G.A. Ismailova, Zh.K. Kalkozova, S.K. Zhumagulov
(National Nanotechnology Laboratory of open type, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan, E-mail: kh.a.abdullin@mail.ru)

PREPARATION OF SUPERCAPACITOR ELECTRODE BASED ON THE COBALT AND NICKEL HYDROXIDE NANOPOWDERS

Abstract. Cobalt and nickel hydroxide nanopowders are synthesized at room temperature by a simple hydrolysis method. Monophasic samples of $Co(OH)_2$ and $Ni(OH)_2$ with an average crystallite size of 15 and 2 nm, respectively, were obtained. It was found that the low-frequency capacitance of an electrode made from synthesized cobalt and nickel hydroxides pressed into the substrate is about 13 F/cm^2 at a scanning speed of 1 mV/s and about ~10 F/cm^2 at current of 12 mA/cm^2. Measurements of the electrochemical impedance in the frequency range of 0.1-10^5 Hz showed that at low frequencies the capacitance of the electrode is determined by the Warburg diffusion processes. The obtained nanostructured material is promising for supercapacitor electrodes.

Key words: cobalt hydroxide, nickel hydroxide, nanoparticles, supercapacitor electrodes.

Х.А. Абдуллин, Г.А. Исмаилова, Ж.К. Калкозова, С.К. Жумагулов
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: kh.a.abdullin@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДА СУПЕРКОНДЕНСАТОРА ИЗ НАНОПОРОШКОВ ГИДРОКСИДА КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ

Аннотация. Наноразмерные порошки гидроксидов кобальта и никеля синтезированы при комнатной температуре простым методом гидролиза. Получены монофазные образцы $Co(OH)_2$ и $Ni(OH)_2$ со средним размером кристаллитов 15 и 2 нм соответственно. Обнаружено, что низкочастотная емкость электрода из порошков синтезированных гидроксидов кобальта и никеля, впрессованных в подложку, составляет около 13 Ф/см^2 при скорости развертки 1 мВ/сек и около ~10 Ф/см^2 при токах 12 мА/см^2. Измерения электрохимического импеданса в частотном диапазоне 0.1-10^5 Гц показали, что при низких частотах емкость электрода определяется процессами диффузии Варбурга. Полученный наноструктурированный материал перспективен для создания электродов суперконденсаторов.

Ключевые слова: гидроксид кобальта, гидроксид никеля, наночастицы, электроды суперконденсаторов.

Введение

Суперконденсаторы являются актуальными приборами для накопления энергии, они имеют высокие значения отдаваемой мощности по сравнению с аккумуляторными батареями, что обеспечивает им широкий спектр практических применений [1]. В качестве суперконденсаторов могут применяться различные материалы, такие, как углеродные материалы, композитные и гибридные системы [2-4]. В частности, для создания суперконденсаторов используется широкий класс оксидов - гидроксидов металлов [5-9], поскольку они могут быть синтезированы с высокой удельной поверхностью и с хорошей электрической проводимостью, а также использоваться с водными электролитами [10]. Поэтому поиск дешевых и простых технологий создания конденсаторных электродов с высокой емкостью является актуальной задачей. В настоящей работе получены электроды с высокой емкостью на основе нанопорошков гидроксида кобальта и никеля, синтезированных простым химическим методом.

Эксперимент

Нанопорошки гидроксида кобальта и никеля были получены в настоящей работе химическим методом путем гидролиза ацетата кобальта и ацетата никеля. Водные растворы 0.1 М ацетата кобальта $Co(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$ (AcCo) и ацетата никеля $Ni(CH_3COO)_2*4H_2O$ покапельно смешивались с соответствующим количеством щелочи NaOH при комнатной температуре и были оставлены на 12 часов.

Частицы гидроксида кобальта и никеля, сформированные в реакции гидролиза, отделялись центрифугированием и несколько раз промывались водой до достижения нейтрального pH раствора. Синтезированный порошок собирался для дальнейших исследований.

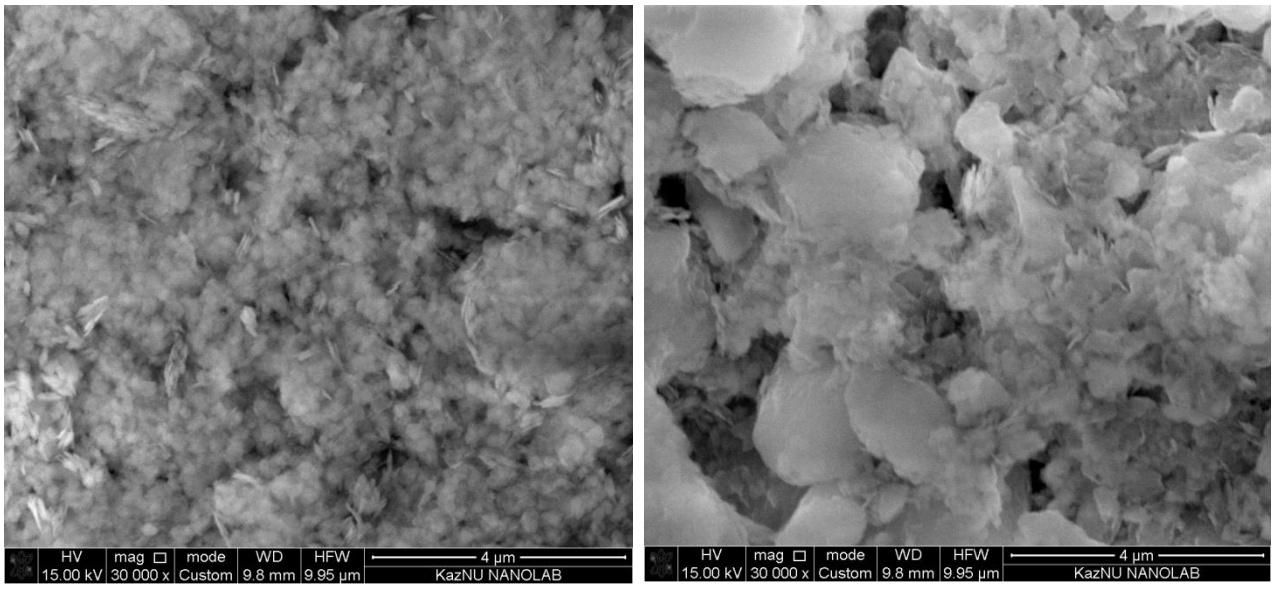
Фазовый анализ (XRD – X-raydiffraction) осуществлялся на дифрактометре MiniFlexRigaku. Рентгенограммы порошков сняты в излучении CuKα. Морфологию поверхности изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа (SEM) Quanta3D200i FEI. Измерения электрохимических характеристик: циклическая вольтамперометрия (CV), гальваностатические измерения заряда/разряда (GCD) и электрохимическая импедансная спектроскопия (EIS) проводились с помощью потенциостата Elins P-40X с модулем измерения электрохимического импеданса FRA-24M в трехэлектродной электрохимической ячейке в щелочном (3.5 M KOH) электролите. В качестве противоэлектрода использовался платиновый электрод, электродом сравнения был хлорсеребряный (Ag/AgCl) электрод.

Для создания рабочего электрода порошкообразные образцы гидроксида кобальта и гидроксида никеля смешивались в равных весовых пропорциях, в порошок добавлялся этанол и обрабатывался в ультразвуковой ванне до получения однородной суспензии. Затем суспензия наносилась на подложку из никелевой пены.

Подложки брались в виде квадратов с размерами 9×9 см^2. Никелевая пена с нанесенным порошком сушилась и подвергалась прессованию под давлением ~10^8Pa. Последующая обработка электрода в этаноле в ультразвуковой ванне в течение 10 минут удаляла незакрепленный порошок. Масса образца определялась как разница массы изготовленного электрода и исходной подложки.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 показана морфология синтезированных порошков гидроксида кобальта и гидроксида никеля. Структура образцов состоит из пористых частиц, которые в свою очередь составлены из мелких кристаллов с размерами около 10-20 нм.



a b

Рис. 1. SEM снимки синтезированных порошков гидроксида кобальта (a) и гидроксида никеля (b).

На рисунке 2 приведены рентгенограммы синтезированных порошков гидроксида кобальта и гидроксида никеля. Видно, что все наблюдаемые рефлексы для образца гидроксида кобальта (верхняя рентгенограмма на рис. 2) соответствуют гексагональной решетке $Co(OH)_2$ (карточка PDF No. 01-089-8616) с пространственной группой P-3m1(164). Также все наблюдаемые рефлексы для образца гидроксида никеля (нижняя рентгенограмма на рис. 2) совпадают с рефлексами, принадлежащими гексагональной решетке $Ni(OH)_2$ (карточка PDF No. 00-014-0117).

Полуширина рефлексов для $Co(OH)_2$ и особенно для $Ni(OH)_2$ достаточно велика (рис. 2), что говорит о малом размере кристаллитов. Оценка размеров кристаллитов по формуле Шеррера $D = \frac{0.89\,\lambda}{\beta\,cos\theta}$, где β - уширение линии на половине максимума в радианах, наблюдаемых в экспериментальных XRD спектрах при углах 2θ и λ=0.1540 нм – длина волны рентгеновского излучения Kα медного анода, дало для среднего размера кристаллитов величину 15 нм для образца $Co(OH)_2$ и 2 нм для образца $Ni(OH)_2$.

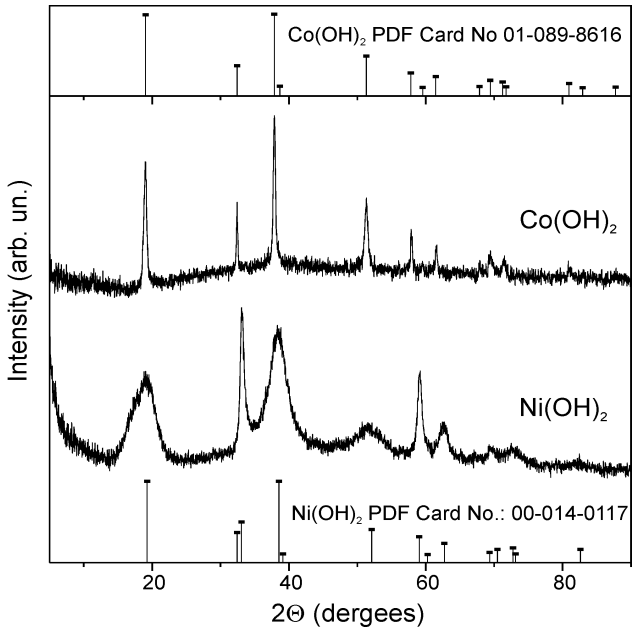


Рис. 2. Рентгенограммы (XRD) синтезированных порошков гидроксида кобальта и гидроксида никеля, приведены также данные для XRD эталонов $Ni(OH)_2$ и $Co(OH)_2$ с гексагональной структурой.

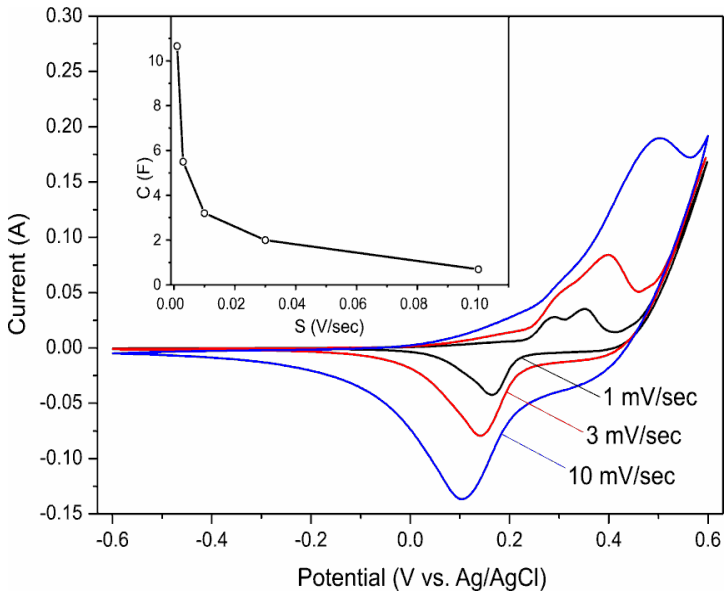


Рис. 3. Циклические вольтамперограммы (CV) образца при скорости сканирования 1, 3 и 10 мВ $с^{-1}$ в водном растворе 3.5М КОН. На вставке – зависимость емкости от скорости сканирования.

Методы циклической вольтамперометрии (CV), электрохимической импедансной спектроскопии (EIS) и гальваностатические измерения заряда-разряда (GCD) были использованы для исследования свойств электродов из синтезированных образцов. Эксперименты по определению электрохимических характеристик синтезированных материалов проведены с использованием электродов, полученных методом прессования нанопорошков гидроксидов кобальта и никеля в никелевую пену. Типичные CV кривые циклической вольтамперометрии при скорости сканирования от 1 до 10 mV s^{-1} электродов представлены на рисунке 3.

Образцы демонстрируют несколько хорошо выраженных анодных пика в области потенциалов 0.3-0.4 В и соответствующие им катодные пики. Анодные пики можно отнести к процессам окисления ионов кобальта и никеля, а катодные пики – соответственно к процессам их восстановления.

Удельная емкость была рассчитана по кривым циклической вольтамперометрии, используя следующую формулу:

$$C_s = \frac{1}{2\nu(V_{max}-V_{min})}\oint I(V)dV \quad (1)$$

где C_s – емкость электрода, ν - скорость сканирования, V_{max}-V_{min} - потенциальное окно, I (V) - ток, интеграция выполняется за один цикл CV. График зависимости C_s от скорости сканирования показан на вставке к рисунку 3. Видно, что емкость C_s значительно увеличивается с уменьшением скорости сканирования. Можно заключить, что глубина диффузии внутрь электрода ионов, участвующих в фарадеических реакциях, растет. Низкочастотная удельная емкость C_s, рассчитанный по CV-кривым, составляет 10.6 Ф для порошка смеси гидроксидов кобальта и никеля, то есть удельная (по площади) емкость около ~13 Ф см$^{-2}$, что является весьма большой величиной, сравнимой с максимальными, приведенными в литературе, значениями: 16 Ф см$^{-2}$ [11] или 9.6 Ф см$^{-2}$ [12].

Проведены измерения гальваностатического заряда-разряда (GCD), как показано на рисунке 4. Электрическая емкость электродов рассчитывается по следующей формуле:

$$C = \frac{I\Delta t}{\Delta V} \quad (2)$$

где C - емкость (Ф), I(A) - ток разряда, Δt - полное время разряда, а ΔV - падение потенциала во время разряда. Образцы из смеси гидроксидов кобальта и никеля демонстрируют емкость ~10 Ф при токе 10 мА, 5.9 Ф при токе 30 мА и 3.5 Ф при токе 100 мА. Таким образом, достигнута емкость около 10 Ф см$^{-2}$ при токе 12 мА см^2.

Электрохимический импеданс электродов из синтезированных гидроксидов кобальта и никеля был измерен в частотном диапазоне 0.2-10^5 Гц. Как показано на рисунке 5, графики Найквиста для образцов состоят из полуокружности в области высоких частот и почти прямой линии с наклоном ~1 в области низких частот, что соответствует диффузионному элементу типа Варбурга, что характерно для диффузионного импеданса в пористых наноструктурированных средах [13]. Полуокружность связана с фарадеевским сопротивлением переноса R_{ct} (charge-transferresistance), а прямая линия описывает процесс диффузии ионов из электролита в электрод на низких частотах.

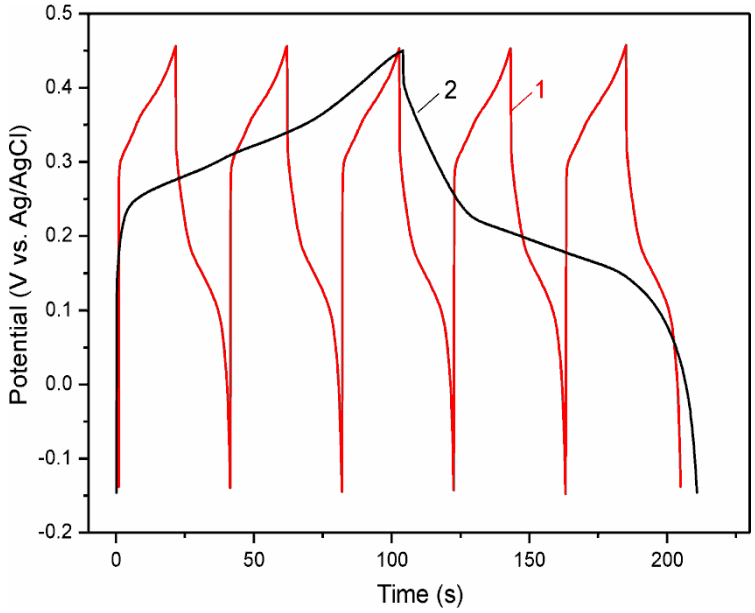


Рис. 4. Кривые гальваностатического заряда-разряда (GCD) электродов из синтезированных гидроксидов кобальта и никеля с плотностью тока 123 мА см$^{-2}$ (кривая 1) и 37 мА см$^{-2}$ (кривая 2).

В высокочастотной области отсечка на оси реальной части (Re Z) представляет собой эквивалентное последовательное сопротивление (R_s), которое является комбинацией ионного сопротивления электролита, внутреннего сопротивления электроактивного материала и контактного сопротивления на границе раздела между электродом и электролитом. Значение R_s для электрода составляет менее 0.50 Ом, что является типичным значением, характерным для низкоомных электродов.

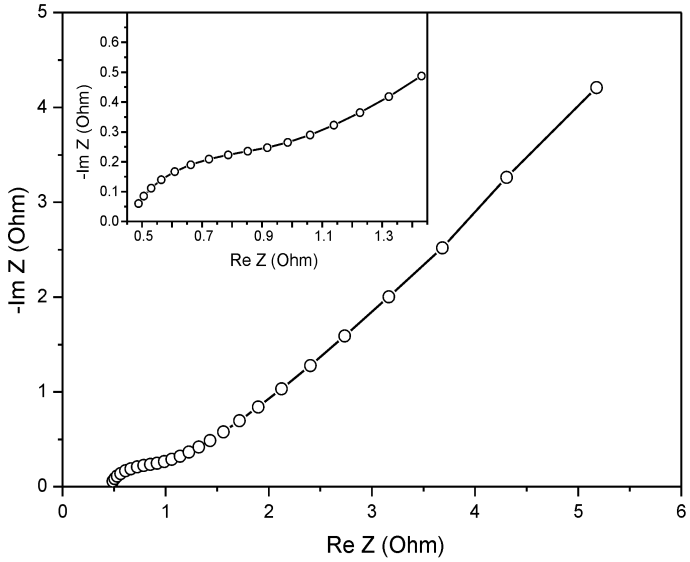


Рис. 5. Диаграмма Найквиста синтезированных образцов в диапазоне частот от 0.2 Гц до 10^5 Гц; на вставке график Найквиста в области высоких частот.

Заключение

Простым химическим методом гидролиза при комнатной температуре синтезированы наноразмерные порошки гидроксидов кобальта и никеля. Исследованы морфология и кристаллическая структура полученных высокодисперсных образцов. Показано, что средний размер кристаллитов составляет 15 и 2 нм для гидроксидов кобальта и никеля соответственно. Обнаружено, что низкочастотная емкость электрода из синтезированных гидроксидов кобальта и никеля, впрессованного в подложку, составляет около 13 Ф/см^2 при скорости развертки 1 мВ/сек. Измерения гальваностатического заряда-разряда дали очень близкие к этим значения емкости ~10 Ф/см^2 при токе 12 мА/см^2. Зависимости мнимой части электрохимического импеданса от реальной части, измеренные в частотном диапазоне 0.1-10^5 Гц, показали, что при низких частотах емкость электрода определяется процессами диффузии Варбурга. Полученный наноструктурированный материал перспективен для создания электродов суперконденсаторов.

Работа выполнена по гранту AP05130100 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Miller E.E., Hua Y., Tezel F.H. Materials for energy storage: Review of electrode materials and methods of increasing capacitance for supercapacitors // Journal of Energy Storage. –2018. –Vol. 20. –P. 30-40.

[2] Chen X., Paul R., Dai L. Carbon-based supercapacitors for efficient energy storage // National Science Review. –2017. –Vol. 0. –P. 1-37.

[3] Zuo W., Li R., Zhou Ch., Li Y., Xia J., Liu J. Battery-Supercapacitor Hybrid Devices: Recent Progress and Future Prospects // Advanced Science. – 2017. –Vol.4, No.7. –P.1-21.

[4] Cheng J.P., Liu L., Ma K.Y., Wang X., Li Q.Q., Wu J.S., Liu F. Hybrid nanomaterial of α-Co(OH)2 nanosheets and few-layer graphene as an enhanced electrode material for supercapacitors // Journal of Colloid and Interface Science. – 2017. –Vol.486. –P.344-350.

[5] Shi F., Li L., Wang X., Gu C.D. and Tu J. Metal oxide/hydroxide-based materials for supercapacitors // RSC Advances. – 2014. – Vol. 4, No.79. – P. 1-12.

[6] Min S., Zhao C., Zhang Z., Chen G., Qian X. and Guo Z. Synthesis of Ni(OH)2-RgO pseudocomposite on nicel foam for supercapacitors with superior performance // Journal of Materials Chemistry A. –2015. –Vol. 3. –P. 1-39.

[7] Xiong X., Ding D., Chen D., Waller G., Bu Y., Wang Z., Liu M. Three-dimensional ultrathin Ni(OH)2 nanosheets grown on nickel foam for Highperformancesupercapacitors // Nano Energy. –2015. – Vol.11. –P.154-161.

[8] Mei J., Fu W., Zhang Z., Jiang X., Bu H., Jiang C., Xie E., Han W. Vertically-aligned Co3O4 nanowires interconnected with Co(OH)2 nanosheets as supercapacitor electrode // Energy. –2017. –Vol. 139. –P.1153-1158.

[9] Brisse A., Stevens P., Toussaint G., Crosnier O., Brousse T. Ni(OH)2 and NiO Based Composites: Battery Type Electrode Materials for Hybrid Supercapacitor Devices // Materials. –2018. –Vol.11, No.7. –P.1178-1193.

[10] Nguyen T., Montemor M. Metal Oxide and Hydroxide–Based Aqueous Supercapacitors: From Charge Storage Mechanisms and Functional Electrode Engineering to Need-Tailored Devices // Advanced Science. –2019. –Vol.1. –P.1-41.

[11] Yu Z., Cheng Z., Wang X., Dou S., Kong X. High area-specific capacitance of Co(OH)2/hierarchical nickel/ nickel foam supercapacitor and increase with cycling // Journal of Materials Chemistry A. – 2017. –Vol.1. –P. 1-10.

[12] Tang Z., Tang C., Gong H. A High Energy Density Asymmetric Supercapacitor from Nano-architectured Ni(OH)2/Carbon Nanotube Electrodes // Materials Views. –2012. –Vol.12. –P.1272-1278.

[13] Coopera S.J., Berteib A., Fineganc D.P., Brandon N.P. Simulated impedance of diffusion in porous media // Electrochimica Acta. –Vol.251. –P. 681-689.

Абдуллин Х.А., Исмаилова Г.А., Калкозова Ж.К., Жумагулов С.К.

Кобальт және никель гидроксидтерінің наноұнтақтарынан суперконденсатор электродын алу

Түйіндеме.. Кобальт және никель гидроксидтерінің наноөлшемді ұнтақтары қарапайым гидролиз әдісімен бөлме температурасында алынған. Нәтижесінде алынған монофазалы $Co(OH)_2$ және $Ni(OH)_2$ үлгілеріндегі кристаллиттердің орташа өлшемі сәйкесінше 15 және 2 нм. Синтезделген кобальт және никель гидроксидтерінің ұнтақтары төсенішке нығыздалған электродтың төмен жиілікті сыйымдылығы 1 мВ/сек кернеу кезінде 13 Ф/см^2, ал 12 мА/см^2 ток үшін жуық шамамен ~10 Ф/см^2 құрайтындығы анықталды. Жиіліктің 0.1-10^5 Гц диапазонында электрохимиялық импедансқа жасалған өлшемдер электродтың сыйымдылығы төменгі жиілікті диапазонда Варбург диффузиясы процесстерімен сипатталатынын көрсетті. Алынған наноқұрылымды материал суперконденсаторлар электродтарын жасауда перспективті болып табылады.

Түйін сөздер: кобальт гидроксиді, никель гидроксиді, нанобөлшектер, суперконденсаторлар электродтары.

УДК331.4(075.8)

A. Baykenzheeva, A. Imangalieva

(Kazakh Academy of Transport and Com-munication, Almaty city, Kazakhstan.E-mail: aigul_bkz@mail.ru)

PREPARATION OF THE REGISTER OF OCCUPATIONAL HAZARDS AT ENTERPRISES IN THE FRAMEWORK OF EMPLOYEE SAFETY

Annotation: this article presents the main points of compiling the register of occupational hazards at industrial enterprises in the framework of ensuring the safety of workers, the need for planning activities to identify hazards, risk assessment and risk management. The classification of dangerous and harmful production factors affecting the safe life of workers is given.

Key words: dangerous and harmful production factors, risks, the register of production risks, danger, safe activity of workers at production

А.С. Байкенжеева, А.К. Имангалиева

(Казахская академия транспорта и коммуникации» им. М. Тынышпаева, Казахстан.г. Алматы aigul_bkz@mail.ru)

СОСТАВЛЕНИЕ РЕЕСТРА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В РАМКАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ

Аннотация: В настоящей статье приводятся основные моменты составления реестра производственных опасностей на производственных предприятиях в рамках обеспечения безопасности работников, выявлена необходимость планирования мероприятий в целях идентификации опасностей, оценки рисков и управления рисками. Дана классификация опасных и вредных производственных факторов, влияющих на безопасную жизнедеятельность работников.

Ключевые слова: опасные и вредные производственные факторы (ОПВФ), риски, реестр производственных рисков, опасность, безопасная жизнедеятельность работников на производстве

Введение

В рамках внедрённой интегрированной системы менеджмента (ИСМ) на производственных предприятиях необходимо составление реестра производственных рисков.

Реестр риска является одним из способов представления и хранения информации об опасных событиях и риске. В реестр риска обычно включают основные виды опасностей, применяемые методы оценки и снижения риска и мероприятия по предупреждению, снижению и обработке риска. При разработке реестра риска необходимо учитывать соответствующие законодательные и обязательные требования, а также иную доступную информацию о видах опасности и риске их возникновения.

Однако составление реестра риска, особенно при наличии большого количества источников опасности, требует больших усилий, затрат времени, финансовых средств, а также накопления необходимого объема информации. Необходимость разработки и ведения реестра риска организация определяет самостоятельно /12/.

Планирование мероприятий в целях идентификации опасностей, оценки рисков и управления рисками

Организация должна устанавливать и поддерживать в рабочем состоянии процедуры для постоянного выявления опасностей и оценки рисков, а также для принятия необходимых мер контроля за ними. Эта работа должна включать:

− повседневную и специальную деятельность;

− работу всего персонала, имеющего доступ к рабочим местам (включая персонал фирм−исполнителей и простых посетителей);

− оборудование рабочих мест, обеспечиваемое самой организацией или другими организациями /13/.

Организация должна гарантировать, что результаты такой оценки и эффективность такого контроля учтены при постановке целей и задач организации в области OHSAS. Организация должна документировать и постоянно актуализировать такую информацию.

Методология организации, касающаяся идентификации опасностей и оценки рисков должна:

− быть определена в отношении области её применения, характера и сроков реализации с тем, чтобы её можно было рассматривать в качестве превентивной, а не в качестве ответных мер;

− обеспечивать классификацию рисков и идентификацию тех из них, которые должны быть устранены или поставлены под контроль в результате принятия соответствующих мер;

− соответствовать имеющемуся опыту и возможностям мер по контролю рисков;

− предусматривать установление требований к оборудованию, определение потребностей в обучении персонала и/или развитие оперативных средств управления;

− обеспечивать мониторинг за действиями, необходимыми для повышения их эффективности и своевременности /13/.

Одним из требований OHSAS 18001 (п. 4.5.2) является то, что организация должна разрабатывать и поддерживать процедуры по определению ответственности и полномочий для:

a) выявления и изучения несчастных случаев; инцидентов; несоответствий;

b) принятия мер для смягчения любых последствий несчастных случаев, инцидентов или несоответствий;

c) инициирования и совершения корректирующих и профилактических действий;

d) подтверждения эффективности предпринятых корректирующих и профилактических действий /13/.

Эти процедуры должны предусматривать рассмотрение всех предлагаемых корректирующих и профилактических действий с точки зрения оценки степени риска до их осуществления.

Чтобы оценить риск, нужно провести общий процесс идентификации, анализа и оценивания риска. Организация должна идентифицировать источники риска и связанные с ними аспекты, области воздействия, события и их причины, а также их потенциальные последствия.

В этом случае поможет упорядочить все источники и аспекты составление реестра рисков.

Определение опасных и вредных производственных факторов, влияющих на безопасную жизнедеятельность работников

Сейчас достаточно технической литературы и нормативных источников, определяющих опасные и вредные производственные факторы (ОПВФ). Наиболее полную на настоящий момент классификацию ОПВФ даёт ГОСТ 12.003–2015, который согласно ответа Министра по инвестициям и развитию РК от 16 марта 2018 года (на вопрос от 15 марта 2018 года № 488630) был направлен на рассмотрение субъектам технического регулирования, и, по итогам рассмотрения, Республика Казахстан присоединилась к стандарту.

Хочется отметить классификационные группы, встречающиеся в данном ГОСТ, кроме традиционно известных.

По сфере происхождения все производственные факторы подразделяются на **Факторы производственной среды и Факторы трудового процесса /10/.**

По критерию возможности причинения вреда организму работающего человека выделяют:

– неблагоприятные производственные факторы;

– производственные факторы, не являющиеся неблагоприятными, то есть нейтрального или благоприятного действия.

Факторы, не являющиеся неблагоприятными, для целей безопасности труда не выделяют, не фиксируют и не именуют. Поэтому в **реестр** производственных опасностей их **включать не нужно**!

По характеру изменения ОПВФ во времени подразделяют на:

– постоянные, в том числе квазипостоянные;

– переменные, в том числе периодические;

– импульсные, в том числе регулярные и случайные.

По характеру действия во времени ОПВФ подразделяют на:

– постоянно действующие;

– периодически действующие, в том числе интермиттирующие;

– апериодически действующие, в том числе стохастические /10/.

По характеру действия в пространстве ОПВФ подразделяют на:

– постоянно локализованные в источнике своего возникновения;

– локализованные при нормальных ситуациях, но разлетающиеся (движущиеся, распространяющиеся) в пространстве производственной среды при аварийных ситуациях;

– распространяющиеся (движущиеся) вместе с движением воздуха в производственной среде;

– распространяющиеся (движущиеся) через производственную среду или иное пространство в виде материальных объектов, включая газовые струи;

– распространяющиеся (пронизывающие) производственную среду излучения и волны.

По характеру пространственного распределения ОПВФ подразделяют на:

– пространственно распределенные (в поле действия которых находится человек, его рабочее место и т.п.);

– взвешенные или растворенные в воздухе (либо способные перейти в газообразное или аэрозольное состояние) и являющиеся его компонентой;

– взвешенные или растворенные в жидкости и являющиеся ее компонентой;

– образующие локально ограниченные твердые макрообъемные объекты;

– содержащиеся в ограничивающих их локальных макрообъемных объектах /10/.

По характеру взаимного действия при многофакторном воздействии на организм человека ОПВФ подразделяют на:

– независимо действующие;

– суммарно действующие;

– синергетически действующие;

– антагонистически действующие.

По характеру обнаружения организмом человека ОПВФ подразделяют на:

– обнаруживаемые органолептически (свет/темнота, шум, вибрация, запах, вкус, тепло/холод, тяжесть, шероховатость и т.п.);

– необнаруживаемые органолептически (газообразные вещества без вкуса, цвета, запаха; электрический потенциал и т.п.) /10/.

Порядок разработки реестра рисков организации

Реестр риска должен содержать данные по идентификации опасных событий и оценке их риска, а также данные о возможных последствиях воздействия этих опасных событий на деятельность организации в стоимостном и материальном выражении. В реестр риска включают также оценку выполнения мероприятий по обработке риска /12/.

Типовая форма реестра риска нормативно не установлена, поэтому каждая организация вправе составлять реестр в удобной ей форме.

В зависимости от особенностей организации форма и содержание реестра риска могут быть изменены или дополнены. Форма реестра риска должна быть утверждена высшим руководством организации /12/.

Составление реестра риска начинают с определения области применения реестра риска и, в частности, с определения объектов реестра риска. Объектами реестра риска могут быть:

– организация в целом, ее структурное подразделение или его часть;

– продукция, услуга, процесс или вид деятельности;

– персонал или отдельные работники /12/.

Идентификация опасных событий

Для идентификации опасных событий необходимо определить явления или события, которые могут воздействовать на объекты реестра риска, установленные в области применения реестра риска, и/или возможности по их улучшению.

Идентификация опасных событий включает в себя:

– определение события и его описание;

– установление этапа жизненного цикла продукции (услуги), на котором может возникнуть опасное событие;

– определение возможных последствий на деятельность организации и их воздействий;

– идентификация предупреждающих средств контроля и методов управления;

– идентификация средств контроля и методов управления по реагированию на опасные события и восстановлению деятельности после их реализации /12/.

Описания опасных событий, их причин и других элементов реестра риска на этапе идентификации опасных событий должны актуализироваться по мере поступления новой информации. Первоначально достаточным является описание, понятное вовлеченному персоналу и внешним причастным сторонам /12/.

Существуют два основных требования к информации об идентификации опасных событий:

– описание опасных событий и их причин в установленной форме реестра должно быть достаточным для того, чтобы персонал, вовлеченный на стадии оценки риска, мог получить в полной мере всю необходимую информацию;

– должны быть приведены все предположения и ограничения, используемые для оценки риска /12/.

Анализ риска

На основе выявленных опасных событий и их причин необходимо оценить последствие каждого опасного события и его вероятность с помощью комбинированных или количественных методов анализа и оценки риска.

В этап анализа риска желательно включать:

– определение источников данных и предположений, используемых при анализе и оценке риска;

– определение уровня применяемых средств контроля и методов управления;

– определение метода оценки и анализа риска;

– оценку последствий (ущерба) при реализации опасного события (в днях простоя, в стоимостном выражении или в других единицах измерения);

– оценку вероятности опасного события;

– определение количественной оценки риска;

– определение уровня неопределенности полученной оценки риска /12/.

Составление реестра производственных опасностей

Реестр производственных опасностей можно свести в таблицу, в которой указать наименование процесса или деятельности; вид опасности; которой подвергается работник; источник опасности; возможные последствия; вероятность возникновения опасности и существующие возможности регулирования.

Реестр составляется не только для каждого подразделения, но и для каждого рабочего места. Для производственных рабочих мест существует большое количество инструкций и правил, и как правило, эти риски не вызывают затруднений.

Рассмотрим некоторые опасности на рабочих местах руководителей предприятий, ведь их рабочие места не находятся на производственной площадке.

Например, *процесс включения (выключения) компьютера* может привести к Риску воздействия высокого напряжения, вследствие нарушения изоляции электроустановок, сетей заземления (источник опасности). Возможна утрата трудоспособности на срок более 60 дней, но вероятность такого события достаточно мала, а возможности регулирования должны быть описаны, например, в должностной инструкции электрика должна быть определена периодичность проверки, а осмотр ежедневный должен осуществлять ответственный за электро− и пожарную безопасность рабочего кабинета. И всё это должно быть прописано в соответствующих документах, и каждый сотрудник, непосредственно отвечающий за это, должен ознакомиться с этими документами.

Для *рабочего процесса набора и считывания текста* опасностью являются:

– статические нагрузки костно-мышечного аппарата и динамические локальные перегрузки мышц кистей рук;

– воздействие психофизиологических факторов: напряжение зрения, напряжение внимания, интеллектуальные нагрузки, эмоциональные нагрузки, монотонность труда;

– воздействие физических факторов: повышенные уровни запыленности воздуха, пониженная или повышенная влажность воздуха, пониженная или повышенная подвижность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума, повышенный или пониженный уровень освещенности;

– содержание химических веществ в воздухе рабочей зоны;

– риск воздействия мягкого рентгеновского излучения;

– риск воздействия неионизирующих электромагнитных излучений: напряженность электрического поля вокруг компьютера, плотность магнитного потока вокруг компьютера, поверхностный электро-статистический потенциал от монитора, напряженность электро-статистического поля промышленной частоты.

И для каждого опасного фактора необходимо расписать источник опасности, возможные последствия, определить вероятность возникновения опасности и существующие возможности регулирования.

Заключение

Для того, чтобы обеспечить безопасность жизнедеятельности работника на производственном предприятии или в организации, необходимо создать для него условия работы с приемлемым или допустимым риском, а для этого необходимо и крайне важно правильно и грамотно составлять реестры производственных опасностей. А кроме профессиональных опасностей, нельзя также забывать и экономические, информационные, террористические, кибер−, социальные, политические и возможно иные опасности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] СТ РК ИСО 9000−2007 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

[2] СТ РК ИСО 9001−2009 Системы менеджмента качества. Требования.

[3] СТ РК 1.1−2005 ГСС РК. Стандартизация и смежные виды деятельности. Термины и определения.

[4] Трудовой кодекс Республики Казахстан.

[5] Государственный стандарт РК «Система стандартов безопасности труда». Система управления охраной труда в организациях. Руководство по оценке и управлению рисками. СТ РК 12.0.002-2016

[6] СТ РК 1500-2006 Менеджмент риска. Термины и определения.

[7] ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования.

[8] Сачков Н. Роль оценки рисков в системе управления охраной труда. Охрана труда в РФ, N 05/ февраль 2019г.

[9] М.М. Алексеев. Практические подходы к оценке рисков в системе управления охраной труда. Опубликовано в портале «trudohrana.ru»

[10] ГОСТ 12.0.003-2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

[11] Система стандартов безопасности труда. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В ОРГАНИЗАЦИЯХ. Руководство по оценке и управлению рисками СТ РК 12.0.002-2010

[12] ГОСТ Р 51901.22-2012 Менеджмент риска. Реестр риска. Правила построения. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

[13] OHSAS. 18001

[14] Дворкин Л.С. Оценка рисков доступный инструмент // Стандарты и качество. – 2009. – № 7. – С. 80.

Байкенжеева А.С., Имангалиева А.К.

Қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету шеңберінде кәсіпорындарда өндірістік қауіптер тізілімін құру

Түйіндеме: осы мақалада қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету шеңберінде өндірістік кәсіпорындарда өндірістік қауіптер тізілімін жасаудың негізгі сәттері келтіріледі, қауіптерді сәйкестендіру, тәуекелдерді бағалау және тәуекелдерді басқару мақсатында іс-шараларды жоспарлау қажеттігі айқындалады. Қызметкерлердің қауіпсіз өмір сүруіне әсер ететін қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың жіктелуі берілген.

УДК 656.7

З.Е. Конакбай, И.Ж. Асильбекова, О.В. Гармаш
(Академия гражданской авиации,г.Алматы
-konakbay.zarina@mail.ru)

СИСТЕМЫ В АВИАКОМПАНИЯХ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ БИЗНЕС ПЕРЕВОЗКАМИ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация: Авиакомпании в Казахстане работают на должном порядке, но так как авиационный бизнес требует больших затрат, очень трудно по-простому говоря: «свести концы с концами». Для этого нужно предпринимать серьезные меры по улучшению организации полетов, путем уменьшения пустых перелетов после завершения рейса в одну сторону, а также упрощения и увеличения скорости и качества организации перевозок в сегменте деловой авиации.

Ключевые слова: бронирование, брокеры, аэропорт

Авиакомпании в Казахстане работают на должном порядке, но так как авиационный бизнес требует больших затрат, очень трудно по-простому говоря: «свести концы с концами». Для этого нужно предпринимать серьезные меры по улучшению организации полетов, путем уменьшения пустых перелетов после завершения рейса в одну сторону, а также упрощения и увеличения скорости и качества организации перевозок в сегменте деловой авиации.

Для этого нам понадобятся несколько систем и программ по совершенствованию организации перевозок, улучшению качества обслуживания на борту ВС, увеличению спроса авиакомпании.

Система Avinode – это многофункциональная система поиска свободных (пустых) чартерных самолетов на территории всего мира. Система позволяет выбрать оптимальный, доступный в необходимое время самолет для нужд заказчика.

Arinc–предлагает широкий спектр комплексных систем и сервисных решений для авиакомпаний, аэропортов, служб наземного обслуживания и управления воздушным движением.

Система AviSec – на данный момент одна из новых технологий, пока еще не используемая авиакомпаниями Казахстана. AviSecпоможет вести картотеку биографических данных пассажиров, для ускорения прохождения ими пограничного контроля на международных в аэропорту назначения

Функциональность системы Avinode:

Система Avinode работает через сеть Интернет. К Avinode можно получить доступ с любого компьютера, назвав имя пользователя и пароль. У системы два основных режима: для эксплуатантов воздушных судов и для фрахтовых брокеров. Работают они следующим образом:

Режим для эксплуатантов воздушных судов**:**

В роли эксплуатанта воздушного судна оператор имеет доступ к удобному и простому расписанию, в которое он вносит информацию о доступности самолетов. Кроме того, он имеет возможность сообщать о доступности самолетов не только в своих, но и в чужих аэропортах. У оператора также есть возможность вносить в систему информацию о пустых полетах. Также он может вносить характеристики перелета и ценовые данные в Avinode, чтобы система сделала собственный расчет цены.

Фрахтовые брокеры имеют доступ к функции поиска, где они задают следующие детали перелета, который им необходим:

- тип путешествия: в один конец, с возвратом или с пересадками
- Аэропорт отправки и прибытия
- Время и дата
- Количество пассажиров
- Тип самолета.

От результатов поиска пользователь может перейти к отправке запроса на чартер одной или нескольким компаниям, которые представлены в списке. Через Avinode запрос эксплуатанту можно отправить через e-mail, по факсу или через SMS-сообщение, прямо на сотовый.{7}

БизнесПреимуществаAvinode:

Сейчас в системе зарегистрировано 195 эксплуатантов воздушных судов по всему миру, постоянно обновляющих информацию о доступности и ценах по 750 самолетам для 115 фрахтовых

брокеров. Обе клиентские группы, использующие Avinode, получают огромные преимущества в ведении бизнеса. Некоторые из них:

Для эксплуатантов воздушных судов:

- Поиск новых клиентов
- Увеличение продаж
- Контроль доступности чартера - даже когда он не в аэропорту приписки
- Улучшенный сервис для клиентов брокеров – они знают цену и доступность изначально
- Простота продажи пустых полетов
- Доступ к точной статистике
- Для чартерных брокеров:
- Более эффективный и быстрый сервис для клиентов - конечный клиент получает информацию о цене и доступности прямо по телефону
- Возможность находить неожиданные решения
- Возможность находить новых эксплуатантов, чтобы делать бизнес вместе
- Прозрачность рынка
- Простота нахождения пустых полетов

Экономия времени: отправить запрос через систему – это намного быстрее, нежели обзванивать всех по телефону, спрашивая о цене и доступности.

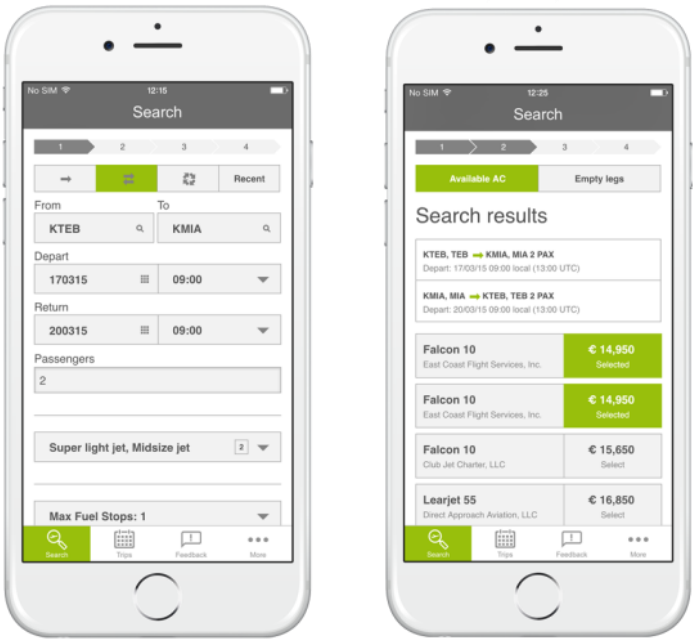


Рис. 1. Avinode в мобильном телефоне

Avinode - это мульти-классовая система, написанная на языке Java (J2EE), состоящая из базы данных, приложений и форм вывода информации.

Система позволяет работать с ней и при помощи лицензионного ПО, и при помощи ПО opensource.

Система ArincDirect

Прежде всего ARINC Direct- это инновационные инструменты планирования полетов. Комплексное планирование маршрутов, управление слотами в аэропортах назначения, сканирование взлетно-посадочной полосы, совместное принятие решений.

Система Arinc Direct адаптирует планы полета к возможностям каждого отдельного экипажа и требованиям к отлету – обеспечивая точные временные рамки перелета, оптимизируя маршрут и потребление топлива.{12}

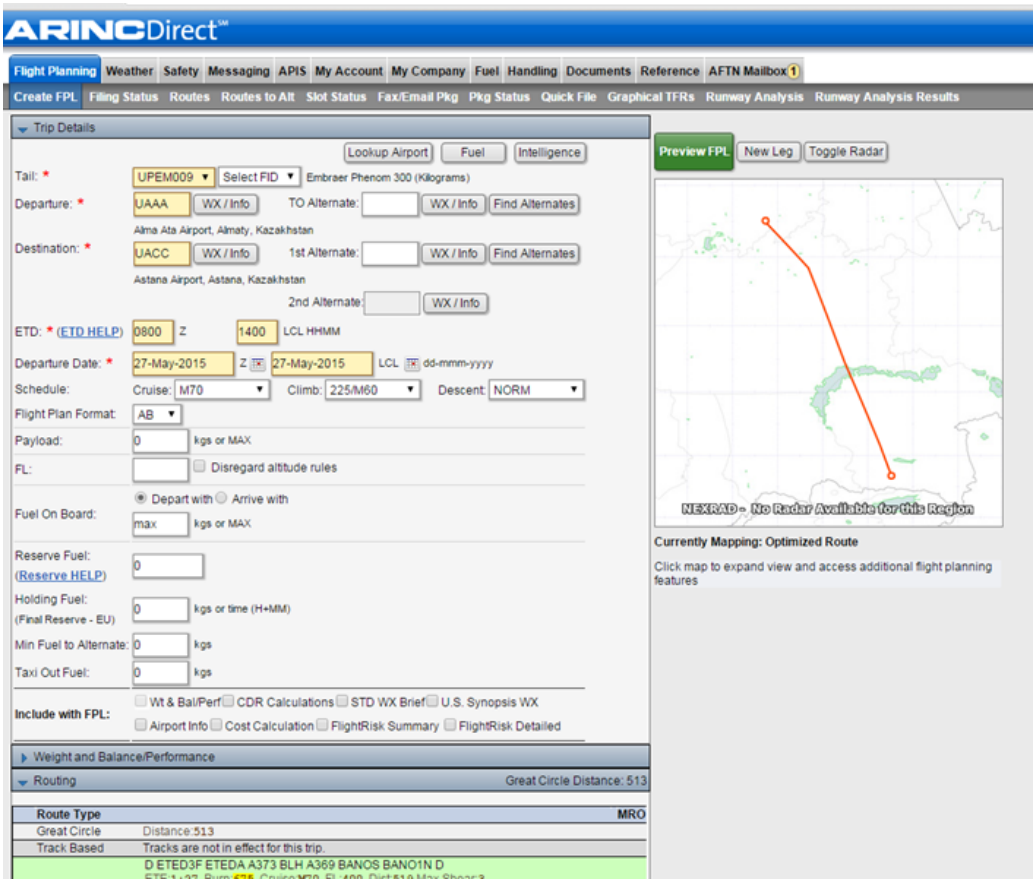


Рис. 2. Система ArincDirect

ARINC Direct предлагает расширенные услуги, позволяющие пилотам получать самую свежую информацию без использования компьютера:

- Создавать, сохранять, совершенствовать и отменять планы полета
- Текстовые сообщения в реальном времени и графические метеорологические продукты
- Обмен сообщениями с экипажем
- Заказ топлива
- Графические отображение маршрута полета
- Анимация радиолокационных изображений
- Доступ к информации аэропорта

В целях безопасности пилоты должны максимально быстро и эффективно получать доступ к критической информации. ARINC Direct предоставляет пилотам доступ к самым надежным из возможных сервисов служб воздушного движения.

Гибкие решения служб воздушного движения позволяют минимизировать нагрузку одновременно с предоставлением информации в реальном времени. Летные испытания, погодные условия или любые другие отчеты доступны операторам частных самолетов в кабинах пилота, применением последних цифровых сетевых технологий.

Все возможности системы ArincDirect помогут улучшить качество обслуживания пассажиров, увеличить скорость организации чартерной перевозки.

Система AviSec — это система передачи данных о пассажирах и предварительная информация о пассажирах. {2}

Передача предварительной информации о пассажирах (API)уже является обязательной в США и во всех странах-членах ЕС. Кроме того, ее требуют все больше правительств по всему миру. В сочетании с записями регистрации пассажиров (PNR) эта информация должна быть отправлена авиакомпаниями в подразделение пограничного контроля страны назначения для облегчения досмотра пассажиров, что имеет решающее значение для эффективного пограничного контроля.

В результате внедрения систем, которые мы рассматривали, авиакомпании заметно увеличила объем чартерных перевозок.

Каждая служба без исключения смогла извлечь полезные для себя функции этих систем, тем самым сократилось время подготовки ВС к вылету.

Также системы положительно повлияли на скорость работы отдела по планированию и обеспечения рейсов, т.к. упростились задачи в составлении инженерно-штурманских расчетов, передаче документации экипажу и т.д.

Число перевозок по системе EmptyLeg с помощью программы Avinode, превзошла свои ожидания и показала отличные результаты, т.к. сократились «пустые» перелеты, на отдельным участках. Число продаж перевозок возросло на 60%. База клиентов расширилась более чем в половину раза.

Система AviSec, помогла ускорить прохождение пограничного контроля на международных рейсах, не только экипажа авиакомпании, но и пассажиров. Работая с деловыми людьми, сокращение времени, особенно при прохождении таких формальностей как пограничный контроль, положительно сказалось на репутации нашей авиакомпании среди заказчиков. Таким образом, мы вышли на новый уровень обслуживания пассажиров на международных рейсах.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] ММТ.ru http://www.mmt.ru/forum/index.php?showtopic=36002
[2] Веб сайт arinc-direct.com
[3] Балабанов И. Т. , Балабанов А. И. Экономика туризма: Учебное пособие. - М. : Финансы и статистика, 2003
[4] Руководство производства полетов компании ТОО “Flyjet.kz”
[5] Журнал “Forbes”
[6] Веб сайт jetplanning.ru
[7] Веб сайт flyjet.kz
[8] Публикация: T. Pisello, IT ValueChainManagement –Maximizingthe ROI from IT Investments, Alinean, LLC 2003. - «Управление рисками в проектах внедрения информационных систем управления предприятием». - Андрей Слюсаренко, CIO №7, 2008".
[9] http://www.tops.ru/default.asp?artID=1489
[10] Статья проекта Skladforum.Ru:
[11] Управление рисками при внедрении SCM.
[12] Веб сайт http://www.flight-planning.ru/

Конакбай З.Е., Асильбекова И.Ж., Гармаш О.В.

Қазақстанда бизнес жүргізетін авиакомпанияларда қолданылатын жүйелер

Түйіндеме: Қазақстандағы авиакомпаниялар белгіленген тәртіпте жұмыс істейді, бірақ авиациялық бизнес қымбат болғандықтан, «ұшып келіңіз» деп айту қиын. Бұл үшін рейстерді ұйымдастыруды жақсарту үшін біржақты рейстер аяқталғаннан кейін бос рейстерді азайту, сондай-ақ іскери авиация сегментінде тасымалдау жылдамдығы мен сапасын арттыру және жақсарту бойынша байыпты шаралар қабылдау қажет.

Түйінді сөздер: брондау, брокерлер, әуежай,

УДК 004.942

I. Kurmashev, O. Nikishina
(M. Kozybaev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan
E-mail olinka_s@mail.ru)

STUDY THE POSSIBILITY OF APPLYING AGENT-BASED APPROACH TO MODELING DEMOGRAPHIC PROCESSES

Abstract. This article shows the relevance and expediency of the agent-based method in the modeling of demographic processes. Very often, traditional methods of analysis and modeling of demographic processes do not give the desired result and are accompanied by significant errors. In this regard, it is proposed to apply an approach in the modeling of demographic processes, which allows to represent the characteristics of individuals that are modeled, as well as the interactions that occur between them and their environment.

Keywords: demographic indicators, agent-based model, forecasting methods, population.

И.Г. Курмашев, О.А. Никишина
(Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан,
E-mail olinka_s@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АГЕНТНОГО ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация: в данной статье показана возможность, целесообразность применения агент-ориентированного метода при моделировании демографических процессов. Очень часто традиционные методы анализа и моделирования демографических процессов не дают желаемого результата и сопровождаются значительными погрешностями. В связи с этим предлагается применить подход в моделировании демографических процессов, который позволяет представлять особенности индивидов, которые моделируются, а также взаимодействия, которые происходят между ними и их окружением.

Ключевые слова: демографические показатели, агент-ориентированная модель, методы прогнозирования, численность населения.

Введение. Агентное моделирование в последнее время приобрело популярность в области прогнозирования поведения сложных социально-экономических систем. Основная идея применения агент-ориентированных моделей (АОМ) заключается в построении вычислительной среды, состоящей из совокупности взаимосвязанных между собой самостоятельных агентов, с определёнными свойствами. Агенты способны взаимодействовать не только друг с другом, но и с внешней средой. Для этого в модели задаются характеристики окружающей среды, которые оказывают существенное влияние на состояние агентов [1-2]. Благодаря своим характерным свойствам агент-ориентированные модели применяются для моделирования сложных систем и демографических процессов, в частности [3-4]. Основным преимуществом этого метода является то, что он позволяет представлять особенности индивидов, которые моделируются, а также взаимодействия, которые происходят между ними и их окружением. Следовательно, классические методы численного моделирования менее адекватны для воспроизведения сложной динамики.

Методы. АОМ позволяют смоделировать систему максимально приближенную к реальности. Появление АОМ можно рассматривать как результат эволюции методологии моделирования: переход от мономоделей (одна модель – один алгоритм) к мульти моделям (одна модель – множество независимых алгоритмов). При этом агент в АОМ является автономной сущностью, как правило имеющей графическое представление, с определенной целью функционирования и возможностью обучения в процессе существования до определенного уровня, определяемого разработчиками соответствующей модели. Примерами агентов могут быть: 1) люди (равно как и другие живые организмы), роботы, автомобили и другие подвижные объекты; 2) недвижимые объекты, а также 3) совокупности однотипных объектов. Вообще говоря, агентами в АОМ могут быть любые наблюдаемые в реальной жизни объекты, однако основной задачей их учета в рамках модели является их корректная спецификация. Отметим, что общей особенностью всех АОМ и одновременно с этим их главным отличием от моделей других классов является наличие в них большого числа взаимодействующих друг с другом агентов.

Процесс разработки агент-ориентированной модели включает в себя следующие этапы:

- определение агентов модели, поведение и взаимодействие которых отвечает концепции моделирования;
- сбор статистических и иных данных, необходимых для формализации модели и ее наполнения;
- верификация модели, т.е. процесс выявления структуры и логики модели, правил, закономерностей и ограничений функционирования агентов.

В настоящее время, несмотря на относительную «молодость» метода агент-ориентированного моделирования, спектр научных работ, посвященных его применению в демографии достаточно широк. В основном это касается зарубежных исследований.

Francesco Billari (Франческо Биллари) и другие ученые университета Боккони (Италия) в своих трудах [5, 6] инициировали агентное социальное моделирование динамики населения. Предшествующие исследования в демографических контекстах были предложены в таких областях, как динамика домохозяйств, мобильность в домах, формирование семьи и миграция. Эти модели учитывают взаимодействия, но не имеют таких функций, как использование общепринятых

социальных норм, использование надежных высококачественных данных, а объем демографической деятельности в отношении модели ограничен.

В работах Singh, K (Singh, Karandeep); Ahn, CW (Ahn, Chang-Won) [7, 8, 9] предлагается агентно-ориентированная модель, которая включает в себя известные факторы, влияющие на демографию, и обеспечивает простоту и гибкость добавления новых. Согласно их подходу АОМ демографического состояния региона в своем большинстве, включают демографические процессы супружества, образования, рождаемости, экономики, смертности и иммиграции. Эти модели носят общий характер, так как в качестве входной информации используется выборка населения, включая мужчин, женщин и детей. В соответствии с реальными данными, уровень образования, доходов и уровень демографической активности, такой как смертность, рождаемость и развод, постоянно изменяются. Кроме того, взаимосвязь характеристик агентов делает моделирование сложным по своей природе. Социальные взаимодействия агентов с другими агентами, а также с окружающей средой влияют на процесс принятия решений отдельными агентами, такие как рождаемость, доход, образование. Таким образом, взаимодействие агентов осуществляется не только на микро (индивидуальном) уровне, но также и на макроуровне (общество или среда). Таким образом, модель включает в себя детерминированные модели большинства важных подсистем демографии. Кроме того, для инициализации моделирования используются фактические данные, предоставляемые статистическими службами, а также характеристики агентов.

Процесс принятия решений агентами определяется отдельными наборами правил, а не случайностью или вероятностями перехода. Взаимодействия агентов друг с другом и с окружающей средой вызывают изменения в характеристиках агентов и, в конечном итоге, в самих результатах моделирования.

Агенты в модели имеют многочисленные характерные значения. В то время как большинство этих значений взяты непосредственно из данных переписи, некоторые из них генерируются самим моделированием. В частности, электронная таблица связана с моделью при инициализации моделирования, откуда непосредственно загружаются данные переписи. Агенты имеют уникальную (сгенерированную системой) идентификацию, пол, образование, идентификатор дома, возраст, семейное положение, количество детей, статус образования и доход при моделировании.

Предложенный подход является широким, гибким и общим, и его можно использовать, внося изменения в исходный набор данных для социально-демографического анализа и прогнозирования общества, посредством проведения виртуальных экспериментов.

В России в последние годы все больше ученых применяют агент-ориентированного моделирования в самых различных областях. Появляются наработки в сфере АОМ применительно к сложным социальным системам, региональному, государственному управлению и т.д. Это, в частности, исследования таких авторов, как В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин, Е.Д. Сушко [10, 11, 12], М.Р. Фаттахов [13-14] В.И. Суслов [15], и др.

В работе первой группы ученых описана конструкция агент-ориентированной модели России, имитирующей основные демографические процессы – смертность, рождаемость и миграцию.

Результаты. Результаты агент-ориентированного моделирования в демографической области позволяют решать ряд важных задач, среди которых моделирование дифференциации регионов по уровню доходов и связанные с ней миграция и репродуктивное поведение населения; региональные изменения в национальной, возрастной структуре населения, анализ влияния различных демографических действий, анализ изменения демографических показателей от влияющих факторов.

Обсуждение. Изучив накопленный опыт как зарубежных, так и российских ученых в области применения агент-ориентированного моделирования в демографии, необходимо отметить высокую сложность демографического компонента как объекта исследования в результате большого числа взаимосвязанных и, зачастую, трудно предсказуемых факторов.

Важнейшей задачей при построении агент ориентированных моделей является определение общих принципов к разработке структуры агентов и разработке среды их функционирования. Вследствие много вариантности структуры таких систем возникает необходимость качественной проработки процессов идентификации элементов модели, решение вопросов их абстрактного представления, при котором будет обеспечена возможность описания механизмов их взаимодействия, формирования входных воздействий и получения требуемых результатов [15].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Суслов В.И., Доможиров Д.А., Костин В.С., Мельникова Л.В., Ибрагимов Н. М., Цыплаков А.А. Опыт агент-ориентированного моделирования пространственных процессов в большой экономике // Регион: экономика и социология. – 2014. – № 4. – С. 32–54.

[2] Лебедюк А.А. Агентно ориентированный подход: состояние и перспективы // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2017. – №6. – С. 155-162.

[3] Смирнов А.В. Методологические вопросы демографического прогнозирования: характеристики населения и уровни прогноза // Журнал «Научные ведомости» Белгородского государственного университета. Серия Экономика. Информатика. – 2016. – № 9 (230). – С. 95-102.

[4] Харченко Л.П. Демография: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Статистика» и другим экономическим специальностям – М.: Издательство «Омега-Л», 2009. – 350с.

[5] F. C. Billari, R. Graziani and E. Melilli. Stochastic population forecasts based on conditional expert opinions // Journal of the Royal Statistical Society. – 2015. – Part 2. – P. 491–511.

[6] Li Guoqi, Zhao Daxuan, Xu, Yi, KuoShyh-Hao, Xu, Hai-Yan, Hu Nan, Zhao Guangshe, Monterola, Christopher. Entropy Based Modelling for Estimating Demographic Trends. Journal of publichealth-heidelberg, aug 2015. – P. 181-188.

[7] Kim, Soon-Young, Oh, Jinho. A study comparison of mortality projection using parametric and non-parametric model. KOREAN JOURNAL OF APPLIED STATISTICS, OCT 2017 Pages: 701-717.

[8] Karandeep Singh, Chang-Won Ahn. An Agent Based Model Approach for Perusal of Social Dynamics // IEEE-INST Electrical Electronics ENGINEERS INC, 445 HOES LANE, PISCATAWAY, NJ USA, VOLUME 6, 2018. – P. 36948-36965.

[9] Montanola-Sales, C., Onggo BSS, Casanovas-Garcia; Cela-Espin, JM, Kaplan-Marcusan, A. Approaching parallel computing to simulating population dynamics in demography // PARALLEL COMPUTING. – 2016. – P. 151-170.

[10] Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д. Имитация особенностей репродуктивного поведения населения в агент-ориентированной модели региона // Экономика региона. – 2015. – №3. – С. 312-322.

[11] Макаров В.Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д. Компьютерное моделирование взаимодействия между муниципалитетами, регионами, органами государственного управления // Проблемы управления. – 2013. – №6. – С. 31-40.

[12] Макаров, В.Л., Бахтизин А. Р. Новый инструментарий в общественных науках – агент-ориентированные модели: общее описание и конкретные примеры // Экономика и управление. – 2009. – №12 (50). – С. 13-25.

[13] Фаттахов Р.В., Фаттахов М.Р., Агентно ориентированный подход: новое средство получения знания \\ Региональная экономика: теория и практика. – 2015. – №10. – С. 47-62.

[14]. Фаттахов, М.Р. Агент-ориентированная модель социально-экономического развития Москвы // Экономика и математические методы. – 2013. – № 2. – С. 30–42.

[15] Гулин К.А., Антонов М.Б. Теоретические аспекты агент-ориентированного моделирования развития лесного комплекса \\ Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Том 10, № 6. – С. 59-74.

Курмашев И.Г., Никишина О.А.

Демографиялық үдерістерді моделдеуге агенттік тәсілді қолдану мүмкіндігін зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақалада демографиялық процестерді моделдеу кезінде агент-бағдарланған әдісті қолдану мүмкіндігі, мақсаттылығы көрсетілген. Демографиялық үдерістерді талдау мен үлгілеудің дәстүрлі әдістері өте жиі қажетті нәтиже бермейді және Елеулі қателіктермен сүйемелденеді. Осыған байланысты демографиялық процестерді моделдеуде тәсілді қолдану ұсынылады, ол үлгілелетін индивидтердің ерекшеліктерін, сондай-ақ олардың арасында және олардың ортасында болатын өзара іс-қимылды көрсетуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: демографиялық көрсеткіштер, агент-бағдарланған үлгі, болжамдау әдістері, халық саны.

УДК 62-503.55

N. Lobach, A. Demyanenko
(M.Kozybaev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan
E-mail: nvlobach@gmail.com)

TO THE QUESTION OF CREATING A DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM WHILE PLASMA SPRAYING TECHNOLOGICAL PROCESS

Abstract. This paper discusses the process of restoring parts by using the method of plasma spraying. The proposed development of a decision support system for plasma spraying process control, which allows to reduce the risk of production errors.

Keywords: decision support system, plasma spraying, process.

Н.В. Лобач, А.В. Демьяненко
(Северо-Казахстанский государственный университет им. М.Козыбаева, Петропавловск, Казахстан
E-mail: nvlobach@gmail.com)

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Аннотация. В данной работе рассматривается процесс восстановления деталей путем использования метода плазменного напыления. Предложена разработка системы поддержки принятия решения при управлении технологическим процессом плазменного напыления, которая позволить снизить риск производственных ошибок.
Ключевые слова: система поддержки принятия решений, плазменное напыление, технологический процесс.

Введение. Плазменное напыление относится к прогрессивным технологиям формирования покрытий различного функционального назначения в том числе, износо- и коррозионно-стойких покрытий. Плазменное напыление покрытий является одним из видов газотермического напыления покрытия, применяемого в технологии упрочнения и восстановления рабочих поверхностей деталей машин, механизмов, аппаратов, приборов [1,4].

Плазменное напыление обладает рядом преимуществ перед другими способами восстановления деталей:

- позволяет наносить покрытия из материалов широкого состава (металлы, сплавы, оксиды, карбиды, нитриды, бориды, пластмассы и их различные композиции) на разнообразный материал основы (металлы, керамика, графит, пластмассы и др.);
- плазменные горелки позволяют в широких пределах регулировать энергетические характеристики плазмы, что облегчает получение покрытий со свойствами, обусловленными требованиями технологии;
- использование в плазменных горелках инертных газов, не содержащих кислорода, способствует уменьшению окисления напыляемого материала и поверхности детали;
- покрытия, полученные плазменным напылением, по физико-механическим свойствам превосходят покрытия, полученные газопламенным и дуговым способами напыления [3].

Таким образом, плазменное напыление является эффективным и качественным способом восстановления деталей [5-8].

Технологический процесс восстановления деталей содержит в себе несколько этапов.

1. Подготовка рабочей плоскости детали. Изношенная деталь подвергается очистке и обработке абразивными материалами.
2. Восстановление недостающего фрагмента детали. Средствами аргонной сварки производится наплавка проволоки на истонченные или деформированные части восстанавливаемой детали.
3. Подготовка восстановленной поверхности к плазменному напылению.
4. Обработка поверхности восстановленной детали.

Технологический процесс плазменного напыления является довольно сложным и ответственным, поскольку ошибки, допущенные в процессе напыления, повлекут за собой материальные и временные затраты.

Использование систем поддержки принятия решения в настоящее время является большим подспорьем в различных отраслях деятельности, в том числе и в машиностроении, поскольку позволяет оперативно и в срок принять адекватные решения, а также дает преимущество перед производством, в котором использование подобной системы не предусмотрено [9-12].

Во избегании производственных ошибок предлагается разработка системы поддержки принятия решения при управлении процессом плазменного напыления. Данная система, позволит устанавливать входные параметры для процесса напыления и на выходе получать рекомендации, позволяющие оптимально настроить установку плазменного напыления, тем самым скорректировать процесс восстановления детали [2].

В качестве входных параметров выступают следующие характеристики:

- состав напыляемой детали (материал основания). Это может быть: сталь 0,35% C, нержавеющая сталь 304 (18% Cr, 8% Ni), нержавеющая сталь 316L (18% Cr, 10% Ni, 3% Mo, 2% Mn), Al, Cu;
- материал покрытий: Al_2O_3, Mo, W, ZrO_2, ZrO_2+8% Y_2O_3, Ni;
- состав плазмообразующего газа: 100% Ar, 50% Ar 50% H_2, 80% Ar, 20% H_2, 90% Ar 10% H_2, 100% H_2, 100% N_2, 100% He;

- скорость подачи плазмообразующего газа;
- температура окружающей среды;
- толщина напыляемого покрытия.

Выходными параметрами будут являться:

- температура распыления;
- объем подаваемого порошка;
- расстояние от плазмотрона до восстанавливаемой детали;
- скорость перемещения плазмотрона;
- закон перемещения плазматрона;
- показатели электропитания (напряжение, сила тока, мощность).

Все перечисленные выше выходные параметры, которые будут предоставляться оператору в качестве рекомендуемых установок позволят оператору в короткие сроки и избегая неточностей настроить процесс должным образом.

Таким образом, проблема разработки и использования информационной системы поддержки принятия решения при управлении технологическим процессом в реальном времени является весьма актуальной и своевременной в современном производстве и имеет целью снижение вероятности принятия ошибочного решения и повышения качества функционирования технологического оборудования.

Методы. Для реализации принципа системного анализа при решении производственных проблем, методами компьютерного моделирования принятия решений, возможно использование информационных систем поддержки принятия решений, что обеспечивает гибкий подход к применению формальных методов при классификации и решении проблем с использованием систем оптимизации принятия решений [14].

Системы поддержки принятия решений, как и системы поддержки выбора решений, обеспечивают необходимой информацией лицо, принимающего решение, для принятия индивидуальных и групповых решений на основе компьютерного моделирования. При этом данные могут поступать из систем оперативного управления, из собственной базы данных, а также из хранилищ данных. Эффективность использования систем поддержки принятия решений, обусловлена, прежде всего, возможностью лица принимающего решение рассматривать значительное количество альтернатив, использовать модели при анализе информации, формировании различных альтернатив и их оценки по выбранным критериям, а также оценки последствий принятого решения [15].

Результаты.

Результатом исследования будет являться спроектированная система поддержки принятия решений, основанная на продукционной модели представления знаний, позволяющая использовать базу правил для получения необходимого решения (рекомендации) в производственной ситуации.

Обсуждения. Разработанная система поддержки принятия решения при управлении технологическим процессом плазменного напыления позволит скорректировать и оптимизировать работу по восстановлению и упрочнению рабочих поверхностей деталей.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Кадырметов А. М., Никонов В. О., Бухтояров В. Н., Снятков Е. В., Мальцев А. Ф. // Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика: В 2 частях : материалы 14-й международной научно-практической конференции. Часть 1 – СПб: Изд-во политехн. ун-та,2012. – С. 75-79.

[2] Шевченко А.А. Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. Издательство: Ростовский государственный университет путей сообщения (Ростов-на-Дону) 2002 г.

[3] Чёсов Ю.С., Зверев Е.А., Методика нанесения плазменных износостойких покрытий // Научный вестник НГТУ том 55, No 2, 2014, с. 156–165.

[4] D. Wroblewski, G. Reimann, M. Tuttle, D. Radgowski, M. Cannamela, S.N. Basu, and M. Gevelber, Sensor Issues and Requirements for Developing Real-Time Control for Plasma Spray Deposition // Journal of Thermal Spray Technology, Volume 19(4) June 2010—723

[5] Смыслова М.К., Исанбердин А.Н., Технологические особенности восстановления эксплуатационных свойств титановых лопаток паровых тербин // Вестник УГАТУ, Уфа, 2006 г., Т. 7, №1 (14). С. 103-109

[6] Кадырметов А. М., Математическая модель тепловых процессов плазменного напыления с электромеханической обработкой покрытий // Научный журнал КубГАУ, № 88(04), 2013 г.

[7] Лащенко Г.И. Плазменное упрочнение и напыление. Киев, Экотехнология 2003 г.

[8] Барвинок В.А., Богданович В.И., Физическое и математическое моделирование процесса плазмохимического гетерогенного синтеза покрытий из плазменных потоков // Журнал технической физики, том 78, вып. 1, 2008 г.

[9] Докукина И.А., Барвинок В.А., Богданович В.И., Фролов В.И., Савич Е.К., Разработка технологии плазменного напыления по ремонту, восстановлению и упрочнению деталей энергетических агрегатов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 13, No4(2), 2011 г.

[10] Ахмеева А., Ремонт и восстановление деталей энергетического оборудования плазменным напылением композиционных высокоазотистых порошков на основе железа // Уральский государственный технический университет - УПИ. г Екатеринбург, Вестник УГТУ, 2014 г.

[11] Сухочев Г.А., Кириллов О.Н., Кадырметов А.М., Технологическое обеспечение качества нанесения защитных покрытий комбинированной обработкой // Упрочняющие технологии и покрытия. 2010. №8(68) . С. 39-44.

[12] Аскинази, Б. М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой [Текст] / Б. М. Аскинази. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1989. – 200 с.

[13] Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 357 с.

[14] Чёсов Ю.С., Зверев Е.А. Исследование износостойкости покрытий, нанесенных методом плазменного напыления // Науч. вестн. НГТУ. – 2008. – № 3 (32). – С. 175–181.

[15] Лобанов Н.Ф., Козлов А.М. Оперативная оценка основных технологических параметров процесса плазмо-дугового напыления защитных покрытий // Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки: материалы 10 междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008. – Ч. 1. – С. 205–209.

Лобач Н.В., ДемьяненкоА .В.

Қосымша жүйесін құру туралы мәселе қолдау шешім қабылдау кезінде технологиялық процесте плазмалық тозаңдату

Түйіндеме: Осы жұмыста қаралады қалпына келтіру процесі бөлшектерді пайдалану жолымен әдісін плазмалық тозаңдату. Әзірлеу ұсынылып жүйесін қолдау шешім қабылдау басқару кезінде технологиялық процесті плазмалық тозаңдату, ол азайтуға мүмкіндік береді тәуекел өндірістік қателер.

Түйін сөздер: шешім қабылдауды қолдау жүйелері, плазмалық шаңдату, технологиялық процесс.

УДК 661.185-3

A.Zh. Suigenbayeva, S.A. Sakibayeva, A.A. Bolysbek, D.A. Zhunisbekova, O.P. Baiysbay, A.B.Tleuova
(M.Auezov South-Kazakhstan state university, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: syaljo@mail.ru)

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE FRACTAL DIMENSION OF A RUBBER COMPOUND BASED ON THE MEASUREMENT OF EFFECTIVE DIFFUSION COEFFICIENTS

Abstract. Modification is one of the most affordable ways to improve the properties of elastomers, as it allows to synthesize rubbers with desired properties without a significant change in the technology of production of rubber products. To obtain a product with improved or new properties, new components are introduced into the rubber manufacturing process - modifiers that allow changing the properties of rubbers over a wide range. The introduction of epoxy resin into the rubber compound leads to the appearance of modified supramolecular structures, i.e. supramolecular blocks of various lengths, consisting of interconnected molecules SKI-Z - epoxy resin. The resulting supramolecular structures have a certain order in the system, which leads to a decrease in the defectiveness of the structure.

Keywords: modification, rubber compound, rubber, mixing, vulcanization.

А.Ж. Суйгенбаева, С.А. Сакибаева, А.А. Болысбек, Д.А. Жунисбекова, О.П. Байысбай, А.Б. Тлеуова
(Южно-Казахстанский государственный университет, Шымкент, Казахстан)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФФУЗИИ

Аннотация. Модификация является одним из наиболее доступных способов улучшения свойств эластомеров, так как позволяет синтезировать резины с заданными свойствами без существенного изменения технологии производства резиновых изделий. Для получения продукта с улучшенными или новыми свойствами в процессе производства резины вводят новые компоненты – модификаторы, позволяющие изменять свойства резин в широких пределах. введение эпоксидной смолы в резиновую смесь приводит к возникновению модифицированных надмолекулярных структур, т.е. надмолекулярных блоков различной протяженности,

состоящих из связанных между собой молекул СКИ-3 - эпоксидная смола. Образующиеся надмолекулярные структуры имеют определенный порядок в системе, что приводит к уменьшению дефектности структуры.

Ключевые слова: модификация, резиновая смесь, резина, смешение, вулканизация.

Введение. Резиновая промышленность Казахстана испытывает острый дефицит в модификаторах, в связи с чем работы по расширению их ассортимента весьма актуальны. Для нужд шинной промышленности используются резины, включающие модификатор РУ + фенолгексаметиленовые смолы (ФГС) [1]. Недостатком известной модифицирующей системы является то, что вулканизаты, получаемые с ее использованием, имеют низкие физико-механические показатели [1-6]

Учитывая перспективы промышленного применения эпоксидных смол в протекторной резине, брекере и каркасе грузовых шин, необходимо расширить, не только объем производства, но и ассортимент смол.

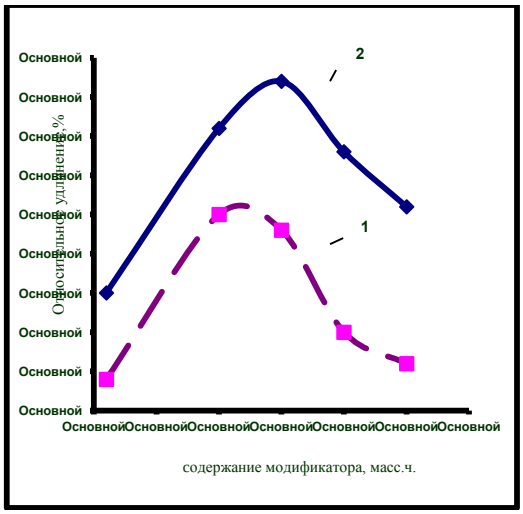
Задача данного исследования – разработка состава модифицирующей системы, обеспечивающего получение вулканизатов с высокими физико-механическими показателями.

Объекты и методы эксперимента. Поставленная задача решается тем, что в модифицирующей системе для шинных резиновых смесей, содержащей модификатор РУ, использовали добавку на основе эпоксидной смолы, содержащую блоксополимер (ЭОКФФБ) – продукт сополимеризации эпоксидного олигомера на основе ксилита и феноло-формальдегидной смолы – в количестве 1,0 -2,5 масс.ч. на 100 масс.ч. каучука. Модификатор РУ – комплексное соединение резорцина с уротропином, полученное в присутствии борной кислоты. Блоксополимер (ЭОКФФБ) – продукт сополимеризации эпоксидного олигомера на основе ксилита и феноло-формальдегидной смол, синтезированный при температуре 80-100°С в течение 15-30 минут.

Результаты и обсуждения. Установлено, что с увеличением времени сополимеризации происходит уменьшение количества эпоксидных групп, что сопровождается увеличением вязкости, температуры размягчения, ухудшением растворимости блоксополимеров. Количество эпоксидных групп определяется после 30 минут сополимеризации наступает желатинизация с получением неплавких и нерастворимых продуктов.

Синтезированные блоксополимеры отверждались при 100^{0}С - 140^{0}С. В ИК – спектрах отвержденных композиции исчезает полоса поглощения в области 910 см$^{-1}$, характерная для эпоксидных групп, уменьшилась интенсивность полос поглощения в областях 3400 см$^{-1}$ и 1100 см$^{-1}$, соответствующих первичным и вторичным гидроксильным группам соответственно.

Известно, что полифенольные соединения, в частности смолы, являются активными модификаторами - стабилизаторами резин [7]. Гидроксильные группы в фенольных соединениях, содержащихся в эпоксидном смоле, в частности в молекуле блоксополимера ЭОКФФБ и его производных, стеринах, токоферолах существенно влияют на формирование адгезионных связей в граничных слоях резиновых смесей.



Обозначение кривых: 1 – Эталонная резина; 2 – модификатор, эпоксидный олигомер на основе ксилита и феноло-формальдегидный блоксополимер (ЭОКФФБ).

Рис. 1. Зависимость относительного удлинения при разрыве брекерной резины от вида и содержания модификатора

Было установлено, что блоксополимер ЭОКФФБ, обработанной эпоксиксилитановой смолой, оказывает значительное влияние на относительное удлинение при разрыве брекерных резин (рис.1). Здесь оптимальное значение концентрации блоксополимера ЭОКФФБ составило 1-1,5 масс.ч. дальнейшее увеличение концентрации ингредиента не оказывает существенного влияния (кривая 2) на величину относительного удлинения.

Результаты, приведенные в рис. 1, свидетельствуют о том, что использование блоксополимера в качестве компонента модифицирующей системы позволяет повысить физико-механические показатели вулканизатов. Увеличиваются (по сравнению с прототипом) прочность при растяжении, сопротивление раздиру, усталостная выносливость при многократном растяжении, прочность связи резины с металлокордом.

Для увеличения срока службы шин в результате повышения их физико-механических показателей, в частности, адгезии резины к металлокорду, в качестве компонента модифицирующей системы используют блоксополимер ЭОКФФБ – продукт сополимеризации эпоксидного олигомера на основе ксилита и фенолоформальдегидной смолы – в количестве 1,0 -2,5 масс.ч. на 100 масс.ч каучука.

В ближайшее время в ассортименте каучуков, технического углерода и основных ингредиентов резиновых смесей не ожидается существенных изменений, для улучшения комплекса свойств резин целесообразно использовать химически активные добавки, обладающие модифицирующим действием. С этой точки зрения большой практический интерес представляют эпоксидные смолы [8].

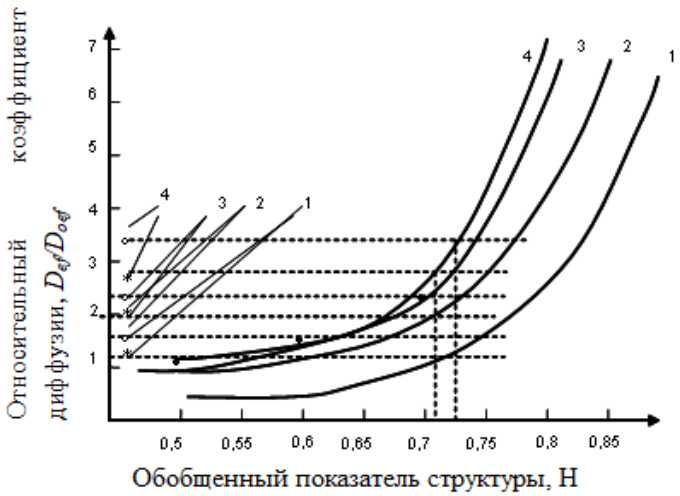
Резиновые смеси и резины с эпоксидным смолами имеют удовлетворительные вулканизационные и высокие эксплуатационные характеристики вследствие того, что:

- химическое взаимодействие на границе раздела каучука и эпоксидной смолы по активным функциональным группам влияет на качество эластомеров, т.е. увеличивается их прочность, сопротивление разрыву и истиранию, причем усиление свойств эластомеров наступает при определенном оптимуме [9];

- введение эпоксидной смолы в резиновую смесь приводит к возникновению модифицированных надмолекулярных структур, т.е. надмолекулярных блоков различной протяженности, состоящих из связанных между собой молекул СКИ-3 - эпоксидная смола. Образующиеся надмолекулярные структуры имеют определенный порядок в системе, что приводит к уменьшению дефектности структуры.

В процессе приготовления резиновых смесей пластифицированный каучук рассматривается как главная фаза, которая подвергается деформации в результате течения полимера. Каучук пластифицируется путем механической обработки в присутствии кислорода. Каучук переходит в пластическое состояние, и степень пластикации зависит от температуры и продолжительности процесса [10]. Под воздействием внешних сил в процессе смешения возникают дополнительные деформации, которые увеличивают поверхность контакта главной фазы (каучука) и компонентов [10].

Экспериментальные исследования процесса были проведены в лабораторных условиях в смесителе периодического действия валкового типа. При работе на вальцах, каучук и все ингредиенты смеси загружаются в соответствии с установленным режимом. Каучук вводят небольшими кусками, при этом зазор между валками составляет 4 - 6 мм. При таких условиях каучуки быстрее переходят в вязко-текучее состояние и садятся на передний валок.



● -расчетные точки; * - СКМС-30 АРКМ-15; ○ - СКД

Рис. 2 – Идентификация модели и определение параметра Н.

Особое внимание в экспериментах уделялось определению параметра H, связанного с фрактальной размерностью среды, т.к. именно с помощью этого параметра можно произвести идентификацию модели. Была принята методика определения фрактальной размерности смеси на основе измерения эффективных коэффициентов диффузии. На рисунке 3 приведена иллюстрация методики идентификации модели.

Из рисунка 2 видно, что перемешивание ингредиентов с каучуком 1 хорошо согласуется с фрактально-диффузионной моделью при $H \approx 0{,}71$, а при перемешивании ингредиентов с каучуком 2 – при $H \approx 0{,}725$. Это объясняется большей вязкостью каучука 2, в то время как каучук 1 представляет собой хрупкий материал.

Выводы. Проведенные эксперименты наглядно демонстрируют изменение эффективного коэффициента диффузии при перемешивании от времени и то обстоятельство, что это изменение хорошо описывается с помощью фрактально-диффузионной модели.

Так, синтезированные блоксополимеры отверждались при 100^0С - 140^0С. В ИК – спектрах отвержденных композиции исчезает полоса поглощения в области 910 $см^{-1}$, характерная для эпоксидных групп, уменьшилась интенсивность полос поглощения в областях 3400 $см^{-1}$ и 1100 $см^{-1}$, соответствующих первичным и вторичным гидроксильным группам соответственно. Также было установлено, что блоксополимер ЭОКФФБ, обработанной эпоксиксилитановой смолой, оказывает значительное влияние на относительное удлинение при разрыве брекерных резин. Результаты экспериментов показали, что использование блоксополимера в качестве компонента модифицирующей системы позволяет повысить физико-механические показатели вулканизатов. Перемешивание ингредиентов с каучуком хорошо согласуется с фрактально-диффузионной моделью при $H \approx 0{,}71$, а при перемешивании ингредиентов с каучуком 2 – при $H \approx 0{,}725$.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Хозин В.Г. Усиление эпоксидных полимеров. – Казань: ПИК «Дом печати», 2004. – 446 с.

[2] Скопинцева Н.Б., Индейкин Е.А., Агапова А.Е. Отверждение эпоксидных олигомеров аминными отвердителями в присутствии наполнителей // Девятая международная конференция по химии и физикохимии олигомеров «Олигомеры - 2005». Тез.докл. – М.: - Черноголовка – Одесса: 2005. – 127с.

[3] Пакен А.М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы. Пер. с нем. / Под ред. Л.С. Эфроса. - Л.: Госхимиздат, 1962. - 963 с.

[4] Измайлов Б.А., Кобраков К.И., Журавлева Н.В., Станкевич Г.С., Скрипникова В.С. // Патент РФ на изобретение № 2278867 (2005).

[5] Измайлов Б.А., Кобраков К.И., Журавлева Н.В., Станкевич Г.С., Скрипникова В.С. // Патент РФ на изобретение № 2285076 (2006).

[6] Шварц А.Г./ Каучук и резина. -1990. -№ 11. - С.29.

[7] Суйгенбаева А.Ж., Сакибаева С.А, Тасанбаева Н.Е. Особенности влияния эпоксиксилитановых смол на свойства эластомерных композиций // Сб. научн. трудов аспирантов, магистрантов, стажеров-исследователей ЮКГУ им. М. Ауезова. –Шымкент. - 2002. -№ 3. - С. 63-66.

[8] Суйгенбаева А.Ж., Сабырханов Д.С., Сакибаева С.А. Эпоксиксилитановые феноло – формальдегидные блоксополимеры (ЭФФБ) – эффективные модификаторы шинных резин //Республиканский научный журнал «Наука и Образование Южного Казахстана» Ассоциация «Совет ректоров ВУЗов Южного региона». Шымкент, 2003, №35. часть1, С.167-170

[9] Суйгенбаева А.Ж., Сабырханов Д.С., Сакибаева С.А. Синтез блоксополимеров на основе эпоксикслитановых смол и использование их в эластомерных композициях // Научный журнал «Поиск», Алматы, 2004., №1, С. 228-232

[10] Предварительный патент РК № 16665. Модифицирующая система для шинных резиновых смесей. Суйгенбаева А.Ж., Сабырханов Д.С.,Сакибаева С.А.,Тасанбаева Н.Е., Шевченко И.П., Есиркепова М.М. Опубл. 27.09.2005г Бюллетень № 46786.

Суйгенбаева А.Ж., Сакибаева С.А., Болысбек А.А., Жунисбекова Д.А., Байысбай О.П., Тлеуова А.Б.

Диффузияның коэффициенттерін тиімді өлшемдері негізінде резиналық қоспаның фрактальды өлшемдерін анықтау әдісі

Түйіндеме. Ингредиенттердің шашырата араластырудың фракталды аппараттық әдістің негізінде математикалық моделі құрастырылды. Шашырата араластырудың негізінде диффузиялық коэффициентті есептеу әдісі құрылды.

УДК 637.1

F.T. Dikhanbaeva, E.CH. Tasturganova
(Almaty University of Technology, Almaty, Kazakhstan
e-mail:66bel@bk.ru)

THE STUDY OF PROTEIN CONTENT IN BIODRINKS BASED ON CAMEL'S MILK

Abstract. This article describes the determination of proteins in biodrinks based on camel milk analyzer for quick determination of protein Rapid NCUBE.
Keywords: camel milk, proteins, biodrinks, nutrition, dairy products.

Ф.Т. Диханбаева, Э.Ч. Тастурганова
(Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан
e-mail:66bel@bk.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКОВ В БИОНАПИТКАХ НА ОСНОВЕ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА

Аннотация. В данной статье рассмотрено определение белков в бионапитках на основе верблюжьего молока с помощью **анализатора для быстрого определения протеина Rapid NCUBE.**
Ключевые слова: верблюжье молоко, белки, бионапитки, полноценное питание, молочные продукты.

Введение

Важнейшим фактором определяющим здоровье человека является полноценное питание. Учитывая данный фактор, разработка технологии молочных продуктов на основе верблюжьего молока, которые будут обладать способностью разрушать токсичные метаболиты, продуцировать аминокислоты, летучие жирные кислоты и синтезировать витамины является актуальной задачей [1].

Одним из главных компонентов молока являются белки, массовая доля которых в молоке колеблется в пределах от 2,9 до 4,0%. Белки – высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, молекулы которых построены из остатков аминокислот [2].

Значимость белков как необходимого компонента в питании человека и в производстве различных молочных продуктов обусловлена следующим:

- высокой биологической ценностью за счет специфичности аминокислотного состава и сбалансированности незаменимых аминокислот;
- энергетической ценностью, легкой и практически полной перевариваемостью в организме;
- рядом физико-химических и функциональных свойств, способствующих стабилизации коллоидной системы и жировой эмульсии молока;
- значительной термостабильностью основного белка-казеина, позволяющей сохранить устойчивость всех систем молока при хранении, технологической обработке и выработке молочных продуктов [3].

Метод

Анализатор Rapid NCUBE для быстрого и абсолютно безопасного определения белка в продуктах питания, объектах окружающей среды методом сжигания по Дюма.

Прибор имеет встроенный автосамплер на 60 образцов массой до 1 г, или на 120 образцов до 300 мг. Для любого варианта возможна дозагрузка образцов во время анализа.

Новая конструкция шарового клапана позволяет проводить загрузку образцов в печь сжигания без попадания азота из атмосферы, что убирает необходимость проведения серии холостых опытов.

Сжигание пробы при T = 960°C в трубке из нержавеющей стали. Концентрация кислорода 100% достигается путем импульсной подачи кислорода непосредственно к образцу. Экономия кислорода по сравнению с другими моделями анализаторов достигает 95%. Далее образовавшийся азот определяется на детекторе по теплопроводности специальной конструкции, устойчивом к избытку кислорода. В качестве газа-носителя в анализе используется CO_2. Электронный контроллер потока установлен непосредственно перед детектором, что обеспечивает исключительную стабильность сигнала. Заводская калибровка остается стабильной в течении нескольких месяцев и даже лет. Эффективная многостадийная система осушки газов позволяет проводить анализ до 1 мл жидкости.

Управляющая программа с интуитивно понятным интерфейсом работает в среде Windows® XP pro. С помощью управляющей программы осуществляется полный контроль за работой инструмента, включая ход анализа, поиск утечек, режим "wake-up/sleep" и другие режимы.

Анализатор работает в режиме экономичного расходования реагентов. Возможно раздельное подключение к электрической сети нагревательных элементов и управляющей электроники (через ИБП).

Результаты и обсуждения

В анализатор были погружены 4 бионапитка на основе верблюжьего молока. Количество образца - до 1 мл жидкости. Максимальное количество азота в образце - до 200 мг. Время анализа образца - около 4 мин.

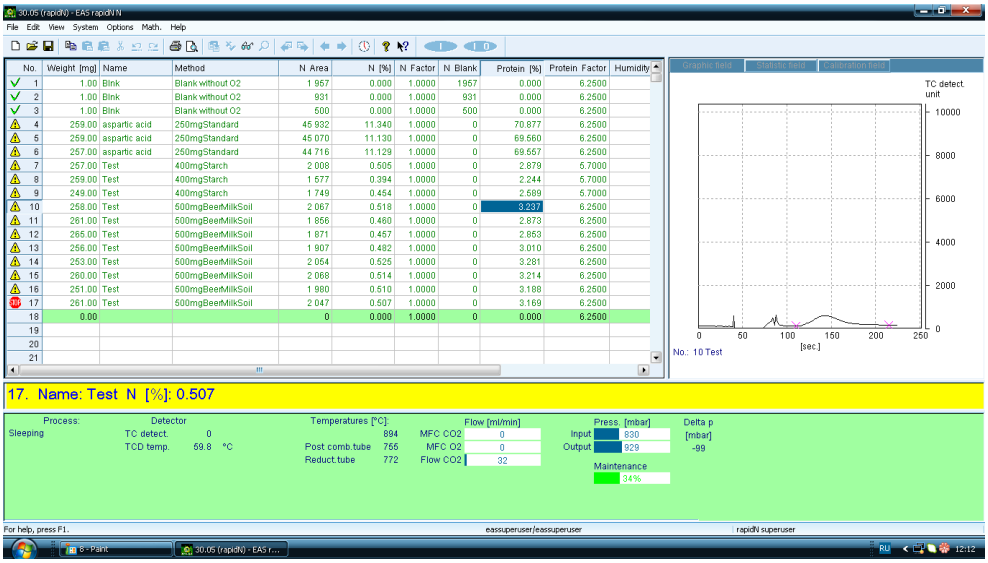


Рис.1. Результаты определения процентного содержания протеинов в исследуемом бионапитке №1

Как видно из данного рисунка, количество протеина в исследуемом образце продукта составляет 3,237%, что доказывает его высокую пищевую ценность.

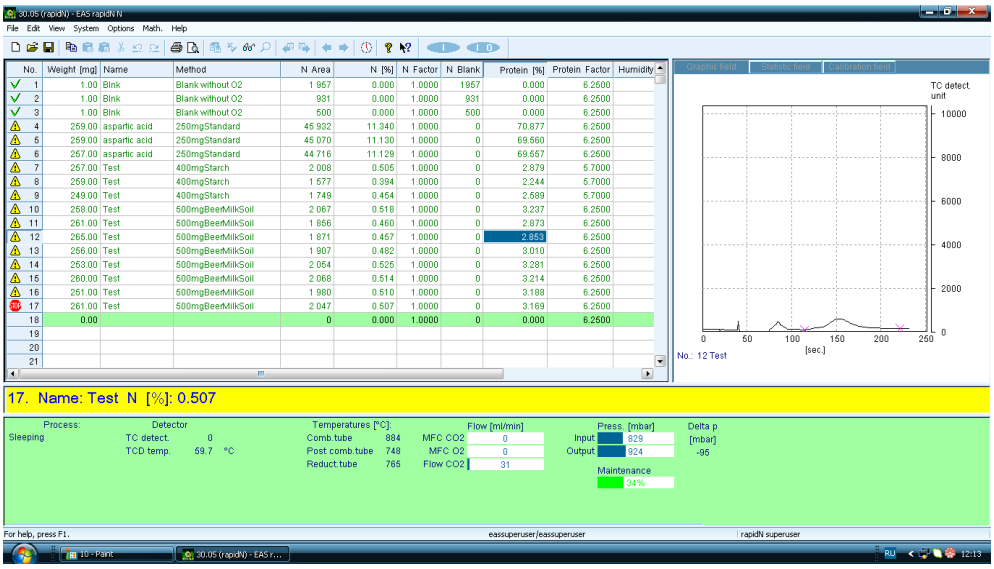


Рис.2. Результаты определения процентного содержания протеинов в исследуемом бионапитке №2

По результатам данного рисунка, можно отметить что, количество протеина в исследуемом образце продукта составляет 2, 853%, что меньше чем предыдущем образце на 0, 384%.

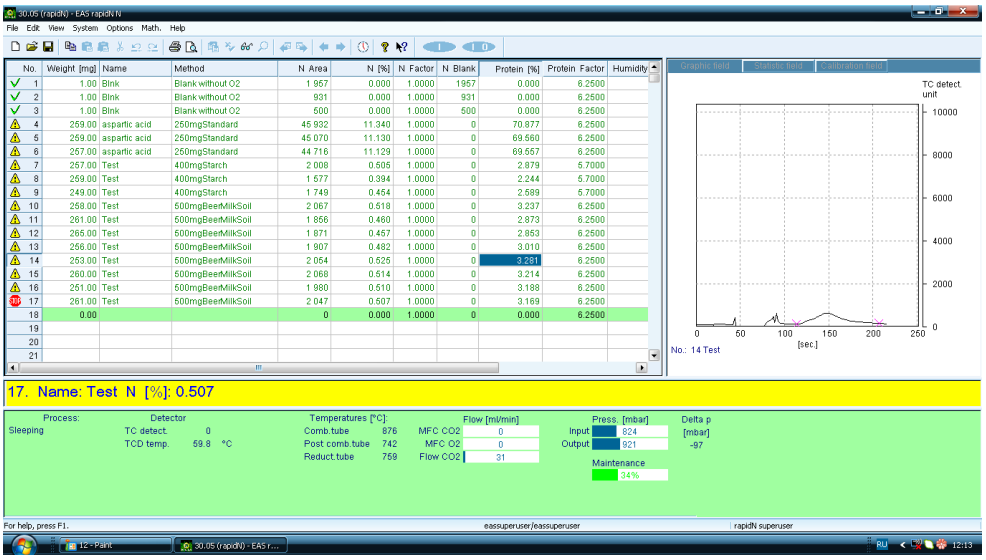


Рис.3. Результаты определения процентного содержания протеинов в исследуемом бионапитке №3

В образце №3 содержание протеинов 3,281%.

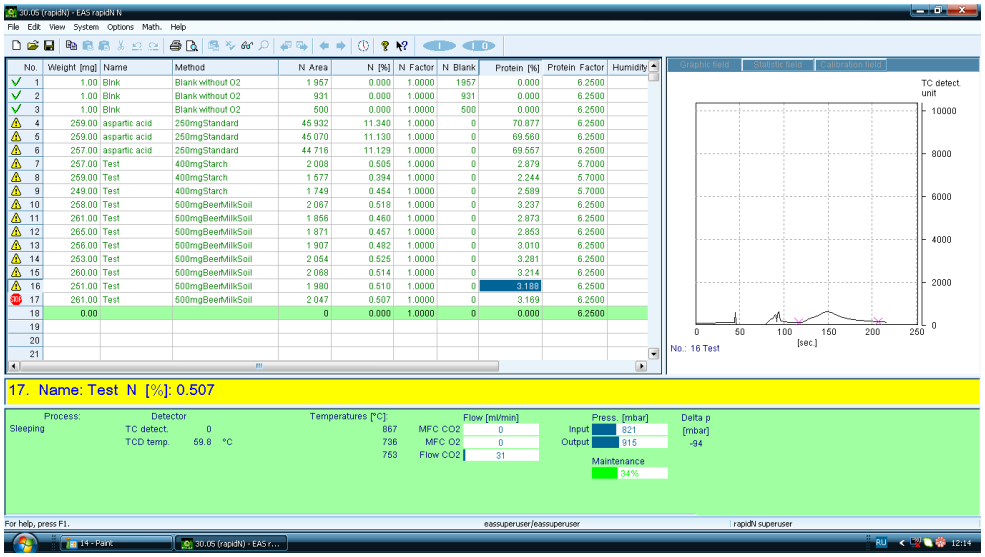


Рис.4. Результаты определения процентного содержания протеинов в исследуемом бионапитке №4

Как видно из данного рисунка, количество протеина в образце продукта №4 составляет 3,1887%.

Таблица 1. **Содержание протеинов в исследуемых образцах по Rapid NCUBE**

Наименование образца	Процентное содержание протеина, %
Бионапиток №1 № 1 (258 мг)	3,237
Бионапиток № 1 (261мг) (повтор)	2,873
Бионапиток № 2 (265 мг)	2,853
Бионапиток № 2 (256 мг) (повтор)	3,010
Бионапиток № 3(253 мг)	3,281
Бионапиток № 3(260 мг) (повтор)	3,214
Бионапиток № 4 (251 мг)	3,188
Бионапиток № 4 (261 мг) (повтор)	3,169

Как видно из данной таблицы, исследования содержания протеинов производилось двукратно.

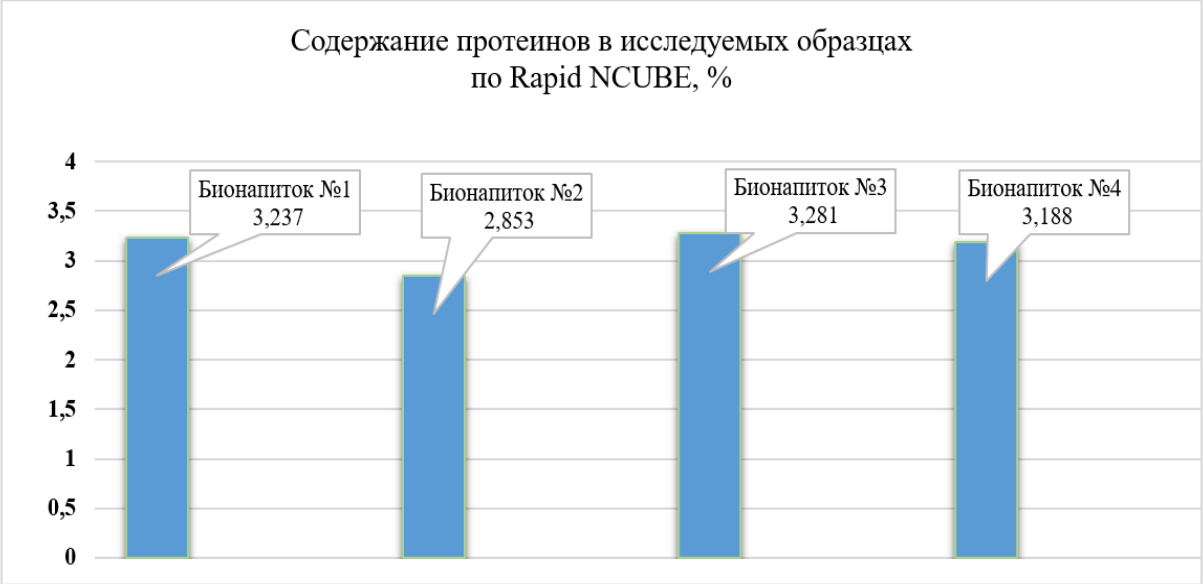


Рис.5. Содержание протеинов в исследуемых образцах бионапитка по данным аппарата Rapid NCUBE

Данный рисунок отображает количество протеинов в исследуемых бионапитках на основе верблюжьего молока с использованием пробиотических заквасок с помощью аппарата Rapid NCUBE.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно отметить, что содержание белков в исследованных образцах бионапитка на основе верблюжьего молока позволяют разработать технологию новых молочных продуктов с оптимальной пищевой ценностью.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Research of Fatty Acid Composition of Samples of Bio-Drink Made of Camel Milk. Tasturganova E, Dikhanbaeva F, Prosekov A, Zhunusova G, Dzhetpisbaeva B, Matibaeva A. Current Research in Nutrition and Food Science Journal 2018;6(2), Pages : 491-499

[2] Методы исследования свойств сырья и продуктов питания: Учебное пособие / Т.В. Подлегаева, А.Ю. Просеков. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004.- 101 с

[3] Остроумова Т. А. Химия и физика молока: Учебное пособие. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004.- 196 с.

Ф.Т. Диханбаева, Э.Ч. Тастурганова

Түйе сүті негізіндегі биосусындардағы ақуыз құрамын зерттеу

Түйіндеме.. Бұл мақалада Rapid NCUBE протеинді жылдам анықтау үшін талдағыштың көмегімен түйе сүтінің негізіндегі биосусындардағы ақуыздарды анықтау қарастырылған.

Түйінді сөздер: түйе сүті, ақуыздар, биосусындар, толыққұнды тамақтану, сүт өнімдері.

УДК 658.5

B. Bektibai, A. Nursapayev
(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: bektibaybirzhan@mail.ru)

METHOD OF RIGHT DECISIONS MAKING IN INDUSTRIES

Abstract. The paper deals with the basic methods of human resource management and personnel requirements in the system of making the right decisions in solving current production problems. The scheme and method of management of selection of specialists in solutions of current problems, as well as the system and principles of recruitment of specialists for the use of the method of "Brainstorming".

Key words: human capital, brainstorm, human resources, personnel management.

Б. Бектибай, А. Нурсапаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.)

СПОСОБ ПРИНЯТИЯ ПРАВИЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. В работе рассмотрены основные методы управления человеческими ресурсами и требования к персоналу в системе принятия правильных решений в решении текущих производственных задач. Представлена схема и методика управления подбора специалистов в решении текущих задач, а также система и принципы набора специалистов для работы применением методики «Мозгового штурма».

Ключевые слова: человеческий капитал, мозговой штурм, человеческие ресурсы, управление персоналом.

Термин "человеческий капитал" впервые появился в работах Теодора Шульца (Theodore Schultz), экономиста, интересовавшегося трудным положением слаборазвитых стран. Шульц заявлял, что улучшение благосостояния бедных людей зависело не от земли, техники или их усилий, а скорее от знаний. Он назвал этот качественный аспект экономики «человеческим капиталом». Шульц, получивший Нобелевскую премию в 1979 году, предложил следующее определение: «Все человеческие способности являются или врожденными, или приобретенными. Каждый человек рождается с индивидуальным комплексом генов, определяющим его врожденные способности. Приобретенные человеком ценные качества, которые могут быть усилены соответствующими вложениями, мы называем человеческим капиталом».

Человек, его способности всегда играли первостепенную роль в общественном производстве. Достижения человеческого разума, интеллектуализация производства на современном этапе привели к новому витку развития человеческого общества, создали более благоприятные условия для реализации возможностей человека в политической, экономической, социальной и культурной жизни. Повышение эффективности производства во все времена сопровождалось ростом благосостояния населения. На этой основе в развитых странах практически снята проблема удовлетворения первоочередных жизненных потребностей в продовольствии, одежде, жилье, медицинском обслуживании и т.п. Это привело к увеличению свободного времени, которое обеспечивает возможность более глубокого образования и саморазвития и соответственно способствует быстрому росту интеллектуального потенциала. Если для индустриального общества было характерно превалирование физического труда, в новой экономике возросла роль интеллектуального. Рост интеллектуального потенциала, в свою очередь, ускоряет развитие технологии и повышение эффективности труда. Таким образом, взаимодействие роста производительности труда и повышения потребностей привело к экономии времени в процессе развития и ускорению этого процесса. Сейчас более 50% экономически активных граждан развитых стран (а в США - более двух третей) заняты умственным трудом [1].

Проблема эффективного использования человеческих ресурсов это проблема не только для Казахстана, но и всех мировых экономик. Действительно, современный этап использования научно-технических достижений и инновационной технологии характеризуется тем, что на передний план выходит человеческий фактор. Это означает, что благополучное развитие первичного звена экономики во многом зависит от качественного состояния его интеллектуальных ресурсов, т.е., от качественного состава персонала. При этом важным условием достижения такого состояния является совершенствование организации и развитие механизма управления персоналом предприятий.

В своем Послании народу Казахстана Президент Н.А. Назарбаев определил основные направления социальной модернизации, в которой особое место занимает вопрос повышения качества образования, т.е. того фактора который определяет уровень последующей подготовленности трудового персонала субъектов предпринимательства Казахстана. Глава государства подчеркнул: «качественное образование должно стать основой индустриализации и инновационного развития Казахстана **[2].**

В настоящее время основные споры ведутся по поводу того, чем управляют менеджеры-человеческими ресурсами или же человеческим капиталом.

Исходя из всего выше приведенного, мы можем сформулировать понятие «человеческие ресурсы» следующим образом: *человеческие ресурсы - это совокупность людей, обладающих определенным человеческим капиталом. Для различных субъектов предпринимательства требуются люди с различным набором человеческого капитала. Для общества в целом человеческие ресурсы - это население страны трудоспособного возраста, со сложившимся уровнем человеческого капитала.*

Актуальность работы связана с новыми задачами казахстанской экономики стали более остро проявляться противоречия между возрастанием роли человеческого фактора в экономической системе, усложнением управленческих задач в сфере труда и реальными возможностями кадрового обеспечении из-за низкого уровня профессионализма. Разрешить данное противоречие можно посредством формирования адекватной системы управления на всех уровнях экономики.

Постановка задачи связано выше перечисленными проблемами в решений поставленных задач на предприятии надо применять современные инновационные инструменты в управлении человеческими ресурсами.

Основа политики управления персоналом строится на принципе «даже самый выдающийся менеджер не должен быть «себе на уме». Даже если один работник работает лучше всех, он никогда не сможет заменить команду единомышленников. Слаженная команда всегда будет работать лучше, чем талантливый одиночка». Этот принцип команды был сформулирован Уэлчем благодаря активному изучению опыта японских корпораций и вопреки принятому в США в это время принципу доминирования индивидуализма. Гибкая политика управления персоналом позволила успешно сочетать корпоративную культуру GE с национальными особенностями работников разных стран.

Новизна предлагаемого нового метода заключается разработке системы отбора специалистов для укомплектования решения текущих производственных задач и выбора правильного решения.

Для этого ,во первых, предлагается набрать специалистов одного направления или должности соблюдая следующие условия:

- возрастное различие;
- образование разных высших учебных заведениях;
- образование высших учебных заведениях в разных странах;
- разного пола;
- образование полученными разными образовательными программами;
- с опытом работы в разных компаниях; и.т.д.

Инновация метода является при применении известного метода «Мозговой штурм», где за определенное короткое время для решения конкретной задачи каждый привлеченный специалист по направлению поставленной задачи должен написать различные варианты решения проблем. Чем больше будут предложены варианты решения проблем, тем больше вероятность принятия правильной решений проблемы. Важность метода заключается в применении знаний специалистов, полученных разными образовательными программами разных странах или ВУЗ ах, а также опыта работы различных компаниях которое даст более точный эффект при выборе правильного решения. Для систематизации оперативного решения текущих задач на производстве для привлечений специалистов можно разработать зависимости от освоенных предметов по направлению решений задач группу специалистов. Таблицу совместимости по пройденным предметам согласно приложении квалификационного документа. Принятие решение поставленных задач на производстве можно провести два этапа зависимости обхвата пройдённых предметов сужая количество предметов и направляя на специфику решаемой задачи. Реализация полученных результатов от участвующих специалистов можно обработать используя диаграмму «Сродства» выявляя повторяющихся идей решений поставленных задач на производстве выявляя процентном соотношений. Диаграмма сродства это инструмент, позволяющий выявить основные направления улучшения процесса в результате объединения родственных данных, формулировка которых достаточно не сформировалась. Цель создания этой диаграммы- свести воедино множество пожеланий, идей, предложений относительно какой либо проблемы, выявление наиболее эффективных. Выявление направлений развития, определение новых оригинальных идей, повышающих эффективность процесса. Каждое предложение записывается на карточку. Данные предложения выдвигаются экспромтно и бессистемно, наша задача сгруппировать их по родству. Карточки разбираются по родственным группам решения одной задачи. Инновационную идею, набравшую наибольший процент, можно принимать за верное решения. Для получения качественных инновационных идей решении производственных текущих задач немаловажным элементом улучшения управления человеческими ресурсами является адекватное мотивирование труда. Наряду с основными методами мотивации, такими как оплата труда, в условиях инновационных технологий становится жизненно необходимым стимулировать другие мотивы к труду, учитывать жизненные ценности работников и создавать условия для реализации и развития их способностей и потребностей в организации.

Главная задача применения этого метода направлено на оперативное решение текущих проблем на производстве, но при этом надо уменьшить время проведения «Мозгового штурма». При проведения

мозгового штурма надо обеспечить независимость, индивидуализм, то есть создания творческой атмосферу участвующему специалисту. Достаточно иметь два – три варианта организации рабочего места, разработанных с учетом основных индивидуальных типов, чтобы работник мог выбрать из них вариант, более соответствующий его индивидуальности. Индивидуализация условий труда является одним из резервов повышения его производительности. Способами такой индивидуализации могут быть индивидуальное регулирование, выбор одного из типовых вариантов или подбор рабочего поста, задания в соответствии с индивидуальными особенностями работника. Эти способы могут быть использованы в процессе рационализации и особенно проектирования различных элементов производственной среды (освещенности, рабочего места, темпа и режима труда, автоматизированности, функциональной музыки и др.), объединяемых нами общим понятием условий труда. Данную процедуру проведения мозгового штурма можно провести через внутреннюю систему документооборота предприятий. Для этого согласно разработанной таблице высылая решаемую проблему точечно по каждому привлеченному специалисту с указанным временем мозгового штурма. Полученные инновационные идей собирая можно оперативно обработать и находить правильное решения. Что бы достичь ожидаемого эффекта на производстве надо просто внедрять инновационные идей и хочу подытожить лозунгом новатора Д. Уэлча. «Бизнес – это простая вещь» – таким стал первый лозунг Д. Уэлча. «Чтобы производить, вы должны производить быстрее, дешевле и лучше всех, а для этого надо повышать производительность и оперативность управления бизнесом, а также внедрять как можно больше инноваций». Д. Уэлч считал, что проблема заключалась в отсутствии диалога между руководителями и рядовыми работниками.

Выводы:

1) Предлагается новая система подбора специалистов внутри предприятия на разных уровнях зависимости решаемых задач производства.

2) Предлагается методика для разработки внутренней документации системы менеджмента качества. Процедура управления «Организация оперативного решения задач»

3) Предлагается система взаимосвязи разных специалистов в организации решений текущих производственных задач в принятии правильного решения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Акбердин З. З., Кибанов А. Я. Управление персоналом: Учебник. – М.: ЮНИТИ, 2009. – С. 432.

[2] Назарбаев Н.А. Построим будущее вместе! Послание Президента народу Казахстана 2011 года - Астана, Ак Орда, 2011.

[3] Бодди Д., Пэйтон Р. Основы менеджмента. СПб. Питер, 1999. – С. 55.

[4] Кунанбаева Д.А. Инновационная невосприимчивость как фактор несостоятельности предприятий //Вестник КазНУ, № 3, 2010. - С. 8-11

[5] Орлов А. И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений. Учебное пособие. — М.: МарТ, 2005. — 496 с

[6] Терелянский П. В. Теория и методы принятия решений : учеб. пособие / П. В. Терелянский; ВолгГТУ. — Волгоград, 2016. — 94 с.

[7] Хемди А. Таха. Глава 14. Теория игр и принятия решений // Введение в исследование операций = Operations Research: An Introduction. — 7-е изд. — М.: «Вильямс», 2007. — С. 549—594.

[8] СЕРТИКОМ - Менеджмент консалтинг. Киев, 2010.

[9] Paul Goodwin and George Wright. Decision Analysis for Management Judgment, 3rd edition. Chichester: Wiley, 2004 ISBN 0-470-86108-8 (covers both normative and descriptive theory)

[10] Robert Clemen. Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis, 2nd edition. Belmont CA: Duxbury Press, 1996. (covers normative decision theory)

[11] Никаноров С.П. Системный анализ: этап развития методологии решения проблем в США (перевод). М., 2002.

[12] Основы системного анализа. Рабочая программа. Спб.: СЗГЗТУ, 2003.

[13] Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высш. шк., 1989.

[14] Прибылов И. Процесс принятия решения/www.pribylov.ru.

[15] Светлов Н.М. Теория систем и системный анализ. УМК. М., 2011.

Бектібай Б., Нурсапаев А.

Өндірісте дұрыс шешім қабылдау әдістері

Түйіндеме. Жұмыста адам ресурстарын басқарудың негізгі әдістері және ағымдағы өндірістік міндеттерді шешуде дұрыс шешім қабылдау жүйесіндегі персоналға қойылатын талаптар қарастырылған. Ағымдағы есептерді шешуде мамандарды таңдау схемасы мен әдістемесі, сондай-ақ "Ми штурмы"әдістемесін қолдану үшін мамандарды қабылдау жүйесі мен принциптері ұсынылған.

Түйін сөздер: адами капитал, миға шабуыл, адами ресурстар, персоналды басқару.

УДК 662-1

[1]A.T. Kazhymurat, [1]U.O. Tungyshbayeva, [1]R.U. Uazhanova, [2]N.N. Akhmetsadykov, [3]K.S. Tiutenov, [2]A.S. Sayez
([1]Almaty Technological University,
[2]Scientific and Production Enterprise "Antigen" LLP, Almaty, Kazakhstan,
[3]University of Santiago de Compostela, Lugo
e-mail:ulbala_84@mail.ru)

CONTENTS OF HEAVY METALS IN COLLAGEN HYDROLYSATE

Abstract. In the food industry, collagen and its hydrolysis products are used in the production of gelatin, to clarify wines, to produce food films, coatings, edible membranes as a builder in canals and minced fish fillings, molded fish products, in the production of artificial caviar, broths, jellies, sauces, various health drinks and cocktails and as additives in the bakery and confectionery industry.

A comparative evaluation of heavy metals in collagen. It was revealed that the concentration of heavy metals in the collagen hydrolyzate does not exceed the MPC.

Key words: quality, food industry, Republic of Kazakhstan, safety, food products, collagen heavy metals, collagen hydrolysate

[1]А.Т.Кажымурат, [1]У.О.Тунгышбаева, [1]Р.У. Уажанова, [2]Н.Н. Ахметсадыков, [3]К.С.Тютенов, [2]А.С.Саез
([1]Алматы технологиялық университеті, [2]Казахский Национальный Аграрный университет,
[2]ТОО Научно-производственное предприятие «Антиген», г. Алматы,
[3]Университет Сантьяго де Компостелла, г. Луго, e-mail:ulbala_84@mail.ru)

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОЛЛАГЕНОВОМ ГИДРОЛИЗАТЕ

Аннотация. В пищевой промышленности коллаген и продукты его гидролиза используются при производстве желатины, для осветления вин, для получения пищевых плёнок, покрытий, съедобных оболочек в качестве структурообразователя в заливках для консервов и рыбных фаршей, формованных рыбных изделий, при производстве искусственной икры, бульонов, студней, соусов, различных оздоровительных напитков и коктейлей и как добавки в хлебопекарном и кондитерском производствах.

В статье проведена сравнительная оценка тяжелых металлов в коллагене. Выявлено, что концентрация тяжелых металлов в коллагеновом гидролизате не превышает ПДК.

Ключевые слова: качество, пищевая промышленность, Республика Казахстан, безопасность, коллаген тяжелые металлы, коллагеновый гидролизат

Введение

В пищевой промышленности коллаген и продукты его гидролиза используются при производстве желатины, для осветления вин, для получения пищевых плёнок, покрытий, съедобных оболочек в качестве структурообразователя в заливках для консервов и рыбных фаршей, формованных рыбных изделий, при производстве искусственной икры, бульонов, студней, соусов, различных оздоровительных напитков и коктейлей и как добавки в хлебопекарном и кондитерском производствах. Всё большее распространение коллаген получает в виде концентрированных высокофункциональных животных белков [1, 2, 3, 4, 5].

Коллаген современный продукт питания и широко используется в пищевой промышленности и в производстве напитков, чтобы улучшить эластичность, последовательность и стабильность продукции. Кроме того, он также повышает качество, питательную ценность и стоимость продуктов. Коллаген применяется в качестве белковых пищевых добавок, носителей, как пищевая добавка, пищевая пленка и покрытие [6].

В последнее время всё большее распространение получило применение препаратов гидролизованного коллагена, как элемента спортивного питания, служащего в первую очередь для коррекции питания спортсменов при больших нагрузках на суставы и связки, при которых ускоряются процессы обмена веществ. Коллаген принимает участие в построении белка и позволяет восстанавливать хрящевую поверхность менисков, межпозвоночных дисков, а также укреплять суставно-связочный аппарат позвоночника и других крупных и мелких суставной белок, обеспечивающий прочность и эластичность хрящей, стенок сосудов и связывающих тканей. Благодаря наличию в нем специальных аминокислот-

оксипролина и оксилизина он является незаменимым для организма, так как они принимают активное участие в метаболизме мышечной и соединительной ткани [7].

В связи исследования безопасности и токсичности данного продукта является актуальным.

К токсическим элементам, содержание которых подлежит гигиеническому контролю в продовольственном сырье пищевых продуктах, относятся тяжелые металлы: свинец, ртуть, кадмий и другие. Обладающие высокой токсичностью и способностью накапливаться в организме при длительном поступлении с пищевыми продуктами, тяжелые металлы имеют отдаленное проявление действий.

Цель исследования. Определение содержания тяжелых металлов в коллагеновом гидролизате.

Задачи исследования: - изучить содержание тяжелых металлов в коллагеновом гидролизате ;

- провести сравнительную оценку тяжелых металлов

Задачи исследования: - изучить содержание тяжелых металлов в коллагеновом гидролизате . Объекты и методы исследования. Объектом исследования является коллагеновый гидролизат. Для проведения анализа использовался метод оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP OES),. Этот метод находит широкое применение для определения соединений тяжелых металлов в пищевых продуктах.

Результаты исследования. Результаты исследования содержания тяжелых металлов в коллагеновом гидролизате показывают что их величины не превышают ПДК (табл. 1). Это свидетельствует о безопасности коллагенового гидролизата.

Таблица 1 **Содержание тяжелых металлов в коллагеновом гидролизате, мг/кг**

Металл	Количество тяжелых металлов в коллагеновом гидролизате	ПДК
Na	219,24	
Mg	26,96	
K	42,54	
Ca	353,99	
V	24,03	
Cr	4,18	
Mn	1,58	
Fe	26,69	
Co	34,88	
Cu	6,90	15
Zn	5,84	100
As	17,95	1
Sr	0,93	
Cd	6,57	0,03
Hg	6,73	0,05
Pb	0,13	2

Выводы 1. Концентрация тяжелых металлов в в коллагеновом гидролизате не превышает ПДК.

Выводы

Пищевые стандарты для хлебобулочных изделий должны удовлетворять значительным критериям безопасности, будучи приемлемыми для потребителя.

Установление цены на продовольствие крайне неустойчивая наука, связанные с факторами, такими как, как погодные условия, которые диктуют производственные урожаи или стоимость труда и отгрузки, связанные с производственной площадью и т.д. В Министерстве сельского хозяйства США совместно со службой экономических исследований принято считать что от каждого доллара, потраченный на питание, пищевая промышленность получает около 18,6 ¢ а стоимость обеспечения безопасности этой пищи должна соответствовать33,7 ¢ что не соответствует с 18,6 ¢, это с учетом затрат сектора услуг, понесенных в течение, поставок до потребителя.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Антипова, Л.В. Разработка пищевых добавок для защиты биосистем с использованием компьютерного моделирования нанообъектов [Текст] / Л.В. Антипова, Ю.В. Болтыхов, И.В. Вторушина, И.А. Глотова, В.В.Прянишников // Хранение и переработка сельхозсырья, 2008 - №11, с.44-46

[2] Белова, В.Ю. Специфика и перспективы использования функциональных животны белков [Текст] / В.Ю. Белова, Н.А. Смодлев // Мясная индустрия - 1999. - №5 - С.23 - 26.

[3] Дунченко, Н. И. Функционально-технологические свойства коллагенсодержащей молочной основы [Текст] / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская, Р. С. Аль-Кайси, И. П.Савенкова, С. И. Перминов // Изв. вузов. Пищ. технол. - 2005. №4.-С. 34-36.

[4] Куцакова, В.Е. Использование гидролизатов свиной шкурки в производстве колбасных изделий [Текст] /В.Е. Куцакова, М.И. Кременевская, О.А.Мухина.// Хранение и переработка сельхозсырья №1-2009 с. 14-16

[5] Патшина, М.В. Способ производства коллагенового полуфабриката из свиной шкурки [Текст] /М.В. Патшина, Т.П. Перкель, В.Я. Карташев // Хранение и переработка сельхозсырья № 1 - 2009 с.23-26.

[6] . Кажымурат А.Т., Перспективы применения коллагена в пищевой промышленности /Уажанова Р.У., Ахметсадыков Н.Н., Айдарова М.М., Абдел З.Ж., Тютенов К.С. // СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ И АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС НА РУБЕЖЕ ВЕКОВ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XVIII Международной научно-практической конференции -Новосибирск, 2017 г. – с 6-14 с

[7] Штраубе, Г.И. / Эффективность использования различных групп биогенных композиционных материалов при хирургическом лечении околокорневых кист челюстей. Роль эндодонтической подготовки зубов к опреации. [internet] / Г.И.Штраубе //

Тунгышбаева У.О., Уажанова Р.У., Сериккызы М.С., Манап К.Р.

Еңбектің өнімдерін өндіру сапасы және қауіпсіздік жүйесінің негізгі мәселелері. Бағалауға арналған факторлар

Түйіндеме: Қазіргі әлемде биліктің екі түрі бар: мұнай мен тамақ күші. Тамақтың қуаты майдың күштерінен әлдеқайда күшті. Сондықтан әлем халқының үштен екісімен қарым-қатынасымыздың маңызды құралы азық-түлік болады. Батыс Еуропаның баспасөзі дәл осындай пікірде: «Астық қаруы - бұл бидай», онда астық атомдық қару мен майға теңестіріледі. Мақалада нан пісіру өнімдерінің бағасына әсер ететін ең таралған факторлар талданады. Сондай-ақ, ол азық-түлікпен ауыратын науқастарға да назар аударады.

Түйінді сөздер: сапа, нан тоқаш өнімі, қауіпсіздік, азық-түлік, нан сапасы, азық-түлік қауіпсіздігі.

UDC 621.928

[1]V. Golubev, [2]A. Leudanskii, [2]D. Chirkun, [1]D. Sarsenbekuly, [1]D. Zhumadullayev
([1]M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Belorussian State Technological University, Minsk, Belarus
e.mail: nii_mm@mail.ru)

EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDIES OF THE GAS-CENTRIFUGAL CLASSIFIER

Abstract. Based on the analysis of the existing methods of air classification of crushed bulk materials, the priority directions of their development and improvement are identified, the hardware design of these methods and the main approaches to the calculation of air classifiers are studied.

Theoretical and experimental studies of the separation process in a gas-centrifugal classifier have been carried out. Theoretical dependences and differential equations are obtained that characterize the dependence of the kinetic characteristics of the particle at the time of its approach to the perforated wall on the average gas flow rate, the change in the pressure of the gas flow on the element wall depending on the dependence of the minimum perforation on the boundary particle size at different angles of inclination of the swirl blades , as well as the dependence of the minimum perforation hole on the boundary particle size at various particle densities and p different gas speeds.

Theoretically, the relationship of technological and structural parameters of the apparatus.

Key words: material, grinding, particle, classification, apparatus, fraction, hydrodynamics, gravity, flowability, flow.

[1]В. Голубев, [2]А. Левданский, [2]Д. Чиркун, [1]Д. Сарсенбекулы, [1]Д. Жумадуллаев
([1]Южно-Казахстанский.государственный университет им.М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь
e.mail: nii_mm@mail.ru)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗО-ЦЕНТРОБЕЖНОГО КЛАССИФИКАТОРА

Аннотация. На основании анализа существующих способов воздушной классификации измельченных сыпучих материалов, выявлены приоритетные направления их развития и совершенствования, изучено аппаратурное оформление этих способов и основные подходы к расчетам воздушных классификаторов.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования процесса разделения в газо-центробежном классификаторе. Получены теоретические зависимости и дифференциальные уравнения, характеризующие зависимость кинетических характеристик частицы в момент ее подхода к перфорированной стенке от среднерасходной скорости газового потока, изменение давления газового потока на стенку элемента в зависимости от, зависимость минимального отверстия перфорации от граничного размера частиц при различных углах наклона лопастей завихрителя, а также зависимость минимального отверстия перфорации от граничного размера частиц при различных плотностях частиц и различной скорости газа.

Теоретически определена взаимосвязь технологических и конструктивных параметров аппарата.

Ключевые слова: материал, измельчение, частица, классификация, аппарат, фракция, гидродинамика, гравитация, сыпучесть, поток.

Введение. Большинство отраслей промышленности широко используют материалы, представленные порошками, получение которых осуществляется, как правило, путем измельчения. К сожалению, процессы измельчения несовершенны, поэтому получить на выходе из мельницы продукт требуемого гранулометрического состава весьма сложно. В этих случаях в технологических процессах, связанных с производством или переработкой сыпучих порошкообразных материалов, обычно присутствует стадия разделения измельченного продукта на различные фракции или классы, что позволяет управлять гранулометрическим составом конечного продукта в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями.

Разделение в гравитационных классификаторах происходит под действием только силы тяжести. В центробежных классификаторах, в основном, используется совместное воздействие на материал инерционных и гравитационных сил.

Как гравитационные, так и инерционные классификаторы находят свои области применения. Гравитационные аппараты за счет своей простоты, надежности и дешевизны являются с экономической точки зрения более предпочтительными, чем инерционные. Однако невозможность интенсификации процесса разделения за счет увеличения движущей силы не позволяет гравитационным аппаратам работать при низких границах разделения. Поэтому в последнее время появляются и конструктивно реализуются идеи комбинированных схем классификации, гармонично объединяющих достоинства тех или иных классических способов разделения[1-5].

Методы. При определении гидродинамических параметров и распределения дисперсных частиц классификационных веществ использовались стандартные методы физико-химических исследований.

Экспериментальные исследования газо-центробежного классификатора проводились с целью:

а) апробации полученной математической модели движения одиночной частицы в закрученной газовой среде;

б) определение избыточного давления на внутренней стенке перфорированного элемента;

в) определения граничного размера частиц, проходящих через отверстия перфорации;

г) изучения эффективности процесса классификации в зависимости от конструктивных и технологических параметров.

Методика экспериментальных исследований заключалась в следующем. В экспериментальной установке корпус классификатора составлялся из отдельных цилиндрических секций, каждая из которых содержала патрубок для отвода мелкой фракции и газового потока, прошедшего через перфорацию рабочего элемента. Набором того или иного количества секций достигалось изменение высоты аппарата, и как следствие имелась возможность установки перфорированных элементов различной длины. Пространство между корпусом и перфорированным элементом так же разбивалось на участки, длина которых соответствовала длине секций. Это достигалось при наборе корпуса аппарата из отдельных секций, установкой между ними дополнительных перегородок. Внесение данных дополнений позволило получать информацию о происходящем процессе классификации по всей длине перфорированного элемента.

Во время исследований изменялись:

- расход воздуха $0{,}06 \div 0{,}12\ м^3/с$;
- производительность по разделяемому материалу в газовом потоке $0{,}1 \div 1{,}8\ кг/м^3$;
- живое сечение отверстий перфорированного элемента $20 \div 51\%$
- диаметр отверстий перфорации $0{,}4 \div 3{,}0\ мм$

- угол конусности перфорированного элемента $0 \div 5$ *градусов*;
- использовались твердые частицы различных материалов с плотностью $1000 \div 3000$ $кг/м^3$;
- размер частиц $0 \div 5$ *мм*.

Конструкция исследуемого газоцентробежного классификатора представляет собой цилиндрический корпус диаметром 200 *мм*, набранный из отдельных секций, высота каждой из которых составляет 70 *мм*.

Для опытов использовались перфорированные элементы длиной 470 и 910 *мм*.

Определение длины перфорированного элемента, на которой происходило достижение частицами сыпучего материала его поверхности, осуществлялось на основе анализа появления частиц материала в первой сверху секции. Частицы материала из первой секции подвергались рассеву на фракции на лабораторных ситах.

Определение граничного размера частиц, проходящих через отверстия перфорации определенной величины, также осуществлялось на основе анализа полученной мелкой фракции. С этой целью в экспериментальной установке поочередно устанавливались перфорированные элементы с различными размерами отверстий перфорации. Получаемая мелкая фракция подвергалась рассеву на лабораторных ситах с ячейками 0.063; 0.08; 0.125; 0.180; 0.235; 0.315; 0.5; 0.63; 0.8; 1; 1.4; 2 и 3 *мм*. Анализируя полученные результаты, делались выводы о граничном размере частиц.

Результаты. При проведении исследований, используя разработанную математическую модель движения одиночной частицы в закрученном газовом потоке, были получены теоретические кривые достижения частицей стенки перфорированного элемента в зависимости от размера частиц; среднерасходной скорости газовой среды; угла закрутки газовой среды и т.д.

Для изучения влияния размера частиц на длину перфорированного элемента, необходимой для достижения частицей его поверхности, в опытную установку подавались поочередно различные классы крупности частиц. С целью приближения условий в экспериментальной установке к условиям движения одиночной частицы производительность питателя была минимальной и концентрация частиц в газовой фазе не превышала $0{,}01$ $кг/м^3$.

Опыты производились при угле закрутки газового потока 30 градусов и среднеходной скорости 12 *м/с*. Результаты экспериментов показаны в виде отдельных точек.

Полученная графическая зависимость рис. 1 кривая 1 показывает, что чем крупнее размер частицы, тем ниже она подойдет к перфорированной стенке. Данная закономерность легко объясняется высокой подверженностью мелких частиц воздействию газового потока и более высокой инерционностью крупных частиц, которые под воздействием силы тяжести значительно быстрее набирают осевую скорость.

Изучалось влияние изменения гидродинамических параметров на движение одиночных частиц. С этой целью была проведена серия экспериментов, в которых изменялась среднеходная скорость в пределах $8{,}2 \div 14{,}0$ $м/с$ при неизменных прочих параметрах. Опыты проводились с использованием частиц крупностью $0{,}08 \div 0{,}14$ *мм*. Опытные данные также представлены в виде отдельных точек. Результаты теоретических и экспериментальных исследований приведены на графике рис. 1 в виде прямой линии 2. Из представленной зависимости видно, что с увеличением среднерасходной скорости газовой среды от 8 до 16 $м/с$ необходимая длина перфорированного элемента для достижения ее поверхности частицами уменьшается по линейной зависимости. Данное явление легко объяснить тем, что с увеличением среднерасходной скорости на частицу начинает действовать более высокая сила гидродинамического сопротивления, которая является основной силой, способствующей достижению частицей стенки перфорированного элемента.

Изучалась длина первого участка перфорированного элемента в зависимости от угла закрутки газового потока. Эксперименты, как и в предыдущем случае, проводились с частицами песка крупностью $0{,}08 \div 0{,}14$ *мм*. В экспериментальной установке поочередно устанавливались многолопастные завихрители с углом наклона лопастей 15; 30 и 45 градусов. Во всех опытах поддерживалась постоянная среднерасходная скорость газовой среды 12 *м/с*. Результаты теоретических и экспериментальных исследований представлены на графике рисунок 1 в виде линии 3.

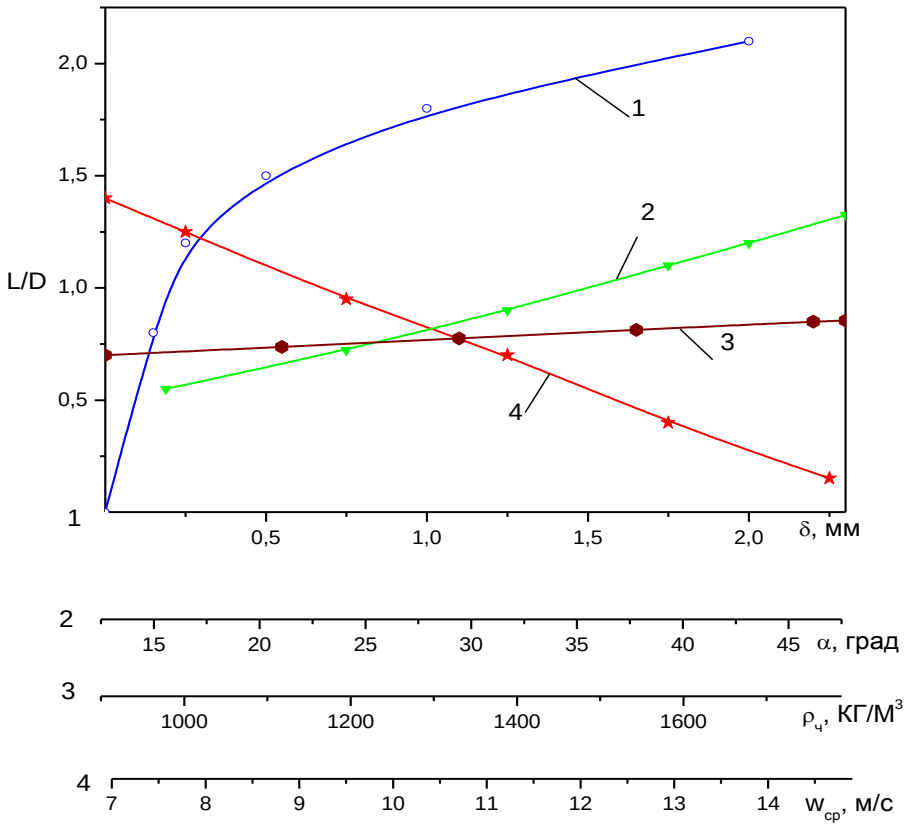


Рис. 1. Достижение частицей стенки перфорированного элемента в зависимости от:
1 – размеров частицы *δ, мм*; *2* – от среднерасходной скорости газа $W_{ср}$, $м/с$; *3* – от угла наклона лопастей завихрителя, *α, град*; *4* – от плотности частиц $\rho_ч$, $кг/м^3$

Обсуждение. Анализируя полученные результаты исследований, мы видим, что чем выше угол наклона лопастей завихрителя, тем требуется большая длина первого участка перфорированного элемента. Такое воздействие величины закрутки газового потока на траекторию движения частиц объясняется тем, что чем меньше угол наклона лопастей многолопастного завихрителя, тем поток газовой среды приобретает более высокую тангенциальную составляющую скорости, которая способствует более быстрому движению частицы в радиальном направлении.

При изучении влияния плотности разделяемых частиц, на длину первого участка перфорированного элемента в экспериментальную установку поочередно подавались частицы полистирола, песка и сульфата аммония с размером крупности $0{,}315 \div 0{,}63\ мм$. Результаты теоретических и экспериментальных исследований представлены на графике рис. 7 линия 4.

Анализируя полученный теоретический и экспериментальный материал, можно с достаточной точностью утверждать, что длину первого участка рабочего разделительного элемента можно принять равной двум диаметрам этого элемента на входе.

Для определения минимального диаметра отверстий перфорации для заданного граничного размера частиц рассчитывались составляющие скорости и угол подхода частицы к перфорированной стенке. Результаты расчетов получены в виде графических зависимостей. Один из графиков представлен на рис. 2. На этом графике представлены кривые изменения осевой (1) радиальной (2) и тангенциальной (3) составляющих скорости частицы, а также угла ее подхода к перфорированной стенке в зависимости от среднерасходной скорости газового потока. Данные расчеты проводились для частиц песка, размером $0{,}5\ мм$, при угле закрутки 37 *градусов* .

Измерение давления газа на стенку перфорированного элемента производилось при изменении среднерасходной скорости газа в элементе, степени закрутки газового потока, нагрузки по твердой фазе. Замеры давления осуществлялись в шести точках по длине элемента.

Результаты исследований вначале были обработаны в виде графических зависимостей и представлены на рисунке 3. Кривая 1 показывает зависимость давления у стенки перфорированного элемента от угла наклона лопастей завихрителя. Из графика видно, что с уменьшением угла наклона лопастей давление у стенки резко возрастает. Однако в этом случае возрастает и сопротивление газо-центробежного сепаратора, что ведет к повышенному расходу электроэнергии потребляемой электродвигателем вентилятора. Поэтому все дальнейшие исследования проводились при угле наклона лопастей завихрителя, равном $37°$.

Кривая 2 на графике рисунке3 показывает зависимость давления у стенки перфорированного элемента от изменения скорости среднерасходной скорости газового потока. Из полученной экспериментальной кривой отчетливо видно, что с ростом среднерасходной скорости газового потока перепад давления у стенки перфорированного элемента так же возрастает.

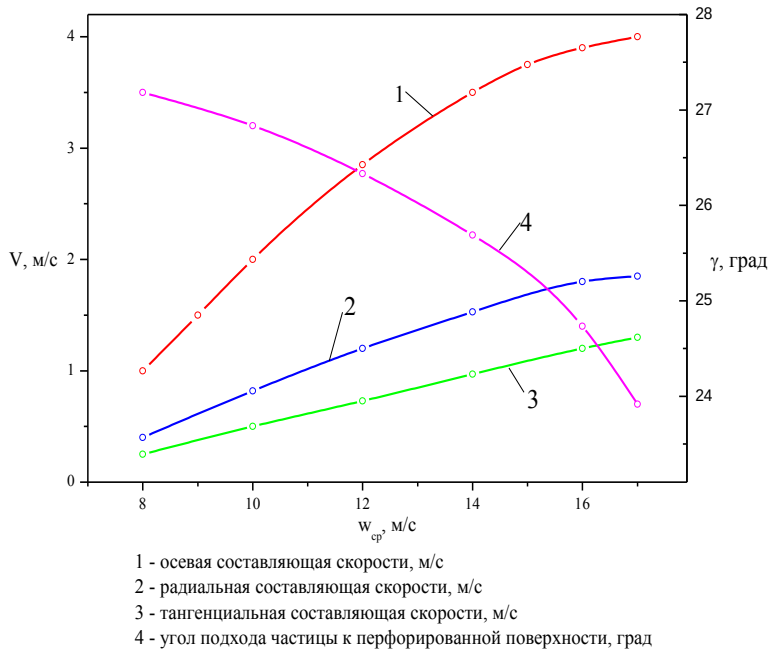


Рис. 2. Зависимость кинетических характеристик частицы в момент ее подхода к перфорированной стенке от среднерасходной скорости газового потока

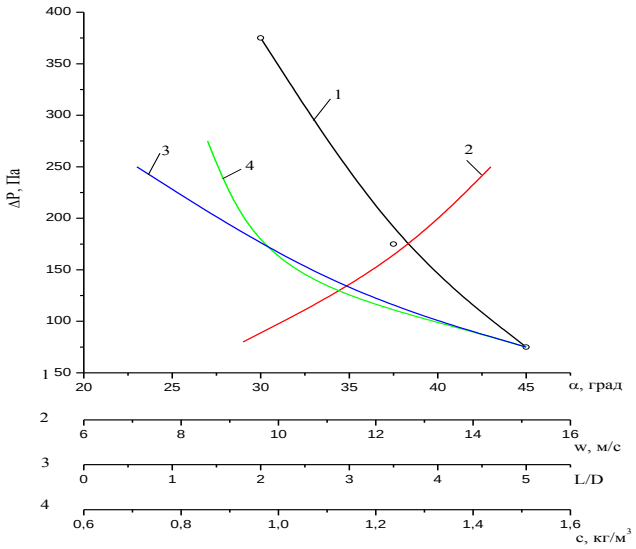


Рис. 3. Изменение давления газового потока на стенку элемента в зависимости от:
1 – угла наклона лопастей завирителя; 2 – среднерасходной скорости газа в элементе;
3 – по длине элемента; 4 – от нагрузки по сыпучему материалу.

Результаты экспериментальных исследований изменений перепада давления вдоль длины перфорированного элемента показаны на графике, кривая 3. Из полученной графической зависимости отчетливо видно, что перепад давления падает по всей длине элемента.

При проведении экспериментальных замеров перепадов давления у стенки перфорированного элемента изменялась и нагрузка по сыпучему материалу. Из представленной графической зависимости (кривая 4) видно, что с ростом нагрузки по сыпучему материалу величина перепада давления падает.

Результаты всех вышеописанных экспериментов по определению перепада давления газового потока на стенке перфорированного элемента были подвергнуты аппроксимации, результатом которой явилось получение функциональной эмпирической зависимости для определения перепада давления:

$$\Delta P = 80\rho_{г} W^{2}\left(L/D\right)^{-0,5} e^{\frac{1}{0,95\varepsilon}} \cdot e^{\frac{1}{5,38\sin\alpha}} \qquad (1)$$

Зная величину перепада давления у стенки перфорированного элемента можно найти скорость истечения газовой среды через отверстия перфорации. Имея кинетические характеристики разделяемых частиц, воспользовавшись зависимостью, полученную в ранних работах[4-7], можно определить величину граничного зерна разделения. По результатам таких расчетов были построены графические зависимости рис.4 и рис.5 для определения граничного зерна разделения в зависимости от конструктивных и технологических параметров газо-центробежного классификатора.

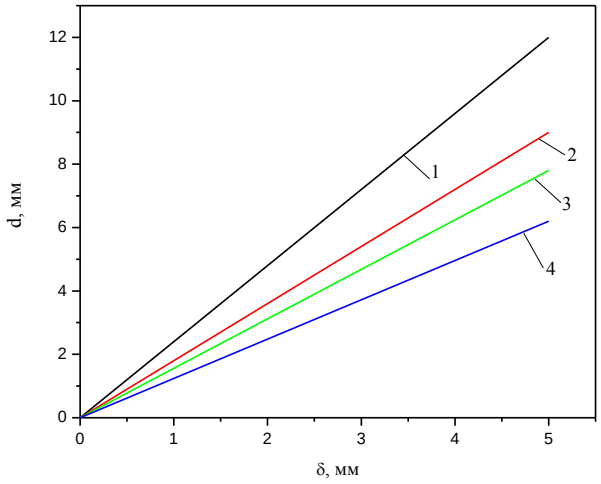


Рис. 4. Зависимость минимального отверстия перфорации от граничного размера частиц при различных углах наклона лопастей завихрителя $w_{ср} = 12\ м/с$; $\rho_{ч} = 1500\ кг/м^3$; $1-\alpha = 45°$; $2-\alpha = 37°$; $3-\alpha = 30°$; $4-\alpha = 15°$

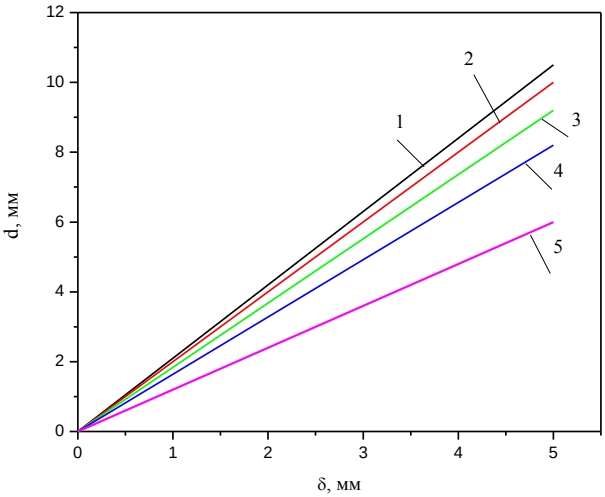


Рис.5. Зависимость минимального отверстия перфорации от граничного размера частиц при различных плотностях частиц и различной скорости газа.
1– ρ=1800 кг/м^3, $W_{ср}$=12 м/с; 2– ρ=1500 кг/м^3, $W_{ср}$=8 м/с; 3– ρ=1500 кг/м^3, $W_{ср}$=10 м/с;
4 – ρ=1500 кг/м^3, $W_{ср}$=12 м/с; 5– ρ=1000 кг/м^3, $W_{ср}$=12 м/с.

При проведении экспериментов анализировался дисперсный состав частиц прошедших через отверстия перфорации, и делались заключения о величине граничного зерна разделения.

Таким образом, длину первого участка рабочего разделительного элемента можно принять равной двум диаметрам этого элемента на входе. С уменьшением угла наклона лопастей давление у стенки резко возрастает. Однако в этом случае возрастает и сопротивление газо-центробежного сепаратора, что ведет к повышенному расходу электроэнергии потребляемой электродвигателем вентилятора. Получена функциональная эмпирическая зависимость для определения перепада давления. Зная величину перепада давления у стенки перфорированного элемента можно найти скорость истечения газовой среды через отверстия перфорации. Имея кинетические характеристики разделяемых частиц можно определить величину граничного зерна разделения.

Патентная проработка по конструкциям проточных классификаторов, а также проведенные теоретические и экспериментальные исследования процесса проточной классификации дают возможность создать более совершенные конструкции таких аппаратов. Новые конструкции проточных классификаторов могут применяться как самостоятельные аппараты, а также при агрегировании с ударно-центробежными мельницами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рекин А.Д. Экспериментальное определение коэффициента истечения из канала через перфорированные стенки.// Инж.- физ. журнал. 1982 – Т. 43. – № 1. – С. 34-38.

[2] Левданский А. Э., Вилькоцкий А. И., Левданский Э. И. Разработка и создание математической модели процессов проточной классификации в линейном грохоте // Химия и технология неорганических веществ: Труды БГТУ. – Минск,2001. – Вып.9. – С.125-136.

[3] Левданский А. Э. Математическая модель процессов проточной классификации в линейном грохоте // Тезисы докладов Международной научно-техн. конференции «Интерстроймех-2002». – Могилев. – 2002. – С.109-114.

[4] Левданский А. Э. Математическое описание процессов в гидравлических классификаторах проточного типа // Тезисы докладов Международной научно-техн. конференции «Новые технологии в химической промышленности». – Минск. – 2002. – С.234-236.

[5] Кирсанов, В. А. Научные основы и принципы совершенствования процессов и аппаратов каскадной пневмоклассификации сыпучих материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08 / В. А. Кирсанов; Ивановский гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2005. – 36 с.

[6] Чиркун, Д. И. Совершенствование процессов разделения в воздушных классификаторах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08 / Д. И. Чиркун; Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2006. – 18 с.

[7] Андреев, А. А. Разделение угольной пыли в динамическом сепараторе с предвключенным направляющим аппаратом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.14 / А. А. Андреев; Ивановский гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2006. – 18 с.

Голубев В., Левданский А., Чиркун Д., Сарсенбекулы Д., Жумадуллаев Д .

Газ-ортадан тепкіш классификаторды теориялық және эксперименттік зерттеу

Түйіндеме. Ұсақталған сусымалы материалдарды ауалы классификациялаудың қолданыстағы тәсілдерін талдау негізінде оларды дамыту мен жетілдірудің басым бағыттары анықталды, осы тәсілдердің аппаратуралық ресімделуі және ауалы классификацияларды есептеудің негізгі тәсілдері зерделенді.

Газ-ортадан тепкіш классификаторда бөлу процесіне теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Тесілген қабырғаға жақындау сәтінде бөлшектердің кинетикалық сипаттамаларының газ ағынының орташа шығындық жылдамдығына тәуелділігін сипаттайтын теориялық тәуелділіктер мен дифференциалдық теңдеулер алынды, газ ағыны қысымының элементтің қабырғасына перфорацияның ең аз тесігіне байланысты, құйындағыш қалақтарының әр түрлі көлбеу бұрыштарында бөлшектердің шекаралық өлшемінен өзгеруі, сондай-ақ перфорацияның ең аз тесігінің бөлшектердің әртүрлі тығыздығы мен газдың әр түрлі жылдамдығында бөлшектердің шекаралық өлшемінен тәуелділігі алынды.

Аппараттың конструктивті және технологиялық параметрлерінің қарым-қатынасы теориялық тұрғыда анықталды.

Кілт сөздер: материал, ұсақтау, бөлшек, классификация, аппарат, фракция, гидродинамика, гравитация, сусымалдылық, ағын.

G. D. Musapirova, O. K. Bolatov
(Almaty University of Energy and Communications
Almaty, Republic of Kazakhstan mgulz1@yandex.ru)

QAZLAT CONVERTER DEVELOPMENT

Abstract. This article describes the development of the adaptive QAZLAT converter with high processing speed requirements for texts and documents, implemented in the WEB format — an application consisting of three pages, the first page is informational, the second is text converter, and the third is file converter. This program has a function that will receive text from the entered field or selected document, process it by replacing characters, and at the end the user will be presented with a modified text or document.

Keywords: transition to the Latin alphabet, cross-platform, file converter, client-server, HTML, CSS and JavaScript

Г. Д. Мусапирова, О.К. Болатов
(Алматинский университет энергетики и связи
Алматы, Республика Казахстан mgulz1@yandex.ru)

РАЗРАБОТКА КОНВЕРТОРА QAZLAT

Аннотация. В статье приводится описание разработки адаптивного конвертора QAZLAT с требованиями высокой скорости обработки для текстов и документов, реализованной в формате WEB –приложения, состоящий из трех страниц, первая страница это информационная, вторая – конвертер текстов, третья конвертер – файлов. В этой программе заложена функция, которая будет получать текст из введенного поля или выбранного документа, обрабатывать его, заменяя символы, и в конце пользователю будет предоставлен измененный текст или документ.

Ключевые слова: переход на латиницу, кроссплатформа, конвертер – файлов, клиент-сервер, HTML, CSS и JavaScript

Введение. «К 2025 году все деловые документы, периодические издания и книги должны начать выходить на латинице. Сейчас начнется большая подготовительная работа. Правительство должно подготовить график перехода на латиницу», - написал Н. Назарбаев в своей программной статье о модернизации общественного сознания.

Это один из важных моментов становления независимости республики и участия страны в процессе глобализации.

Амбициозные задачи Казахстана стать одной из пятидесяти наиболее конкурентоспособных стран, индустриально-инновационное развитие и модернизация общественного сознания напрямую связаны с передовыми технологиями, новейшими достижениями науки и техники, особенностями научно-образовательного процесса в XXI веке. Во всем этом видна огромная важность латинского письма. Учитывая эти факторы, идея перехода на латынь в целом нашла положительную обратную связь.

Особое внимание необходимо уделить разработке Концепции перехода казахского алфавита на латиницу. Необходимо определить цели, задачи, определить этапы реализации и принять программу мероприятий по ее реализации. Необходимо учитывать вероятность негативных социально-психологических последствий. А для того, чтобы их предотвратить, необходимо регулярно проводить всестороннюю разъяснительную работу через средства массовой информации, основывая эту точку зрения на преимуществах преобразований, в рамках реформы образования.

Стоит понимать, что данный процесс будет нелегким и потребует нескольких этапов.

- изучение опыта других республик, производство экономических расчетов (командировки, разработка алфавита, разработка программы, введение в компьютер, обучение новой графике, печатание газет, журналов, учебников, пособий и, наконец, перевод на латиницу научных трудов и художественных произведений).

- разработка алфавита, компьютерной программы и введение в компьютер.

- печатание первостепенных материалов: учебников для школ и вузов, печатание газет и журналов. Очевидно, в первое время надо будет печатать на двух алфавитах один и тот же материал.

- одновременно в школах и вузах будет начато обучение новой казахской графике. Первоначально этот процесс охватит 3-4 года, а потом обучение должно быть продолжено на все время пребывания в школе и вузе (7-8 лет).

- перевод научных трудов, особо необходимых для школьных и вузовских программ, а также художественных произведений, изучающих в школах и вузах. Это должен происходить параллельно с обучением и продолжаться несколько лет, примерно, 7-8 лет.

- на латинскую графику будет переведена вся классика казахской литературы и фольклор, научного и культурного наследия. Это будет длиться два-три десятка лет.

Клавиатура компьютера должна быть использована без дополнительных знаков, чтобы обеспечить возможность пользования без каких-либо затруднений.

Этот процесс будет долгосрочным и охватит, примерно, 12-15 лет и более, если учесть перевод всей художественной и научной литературы на латинскую графику.

Инструменты, средства и разработка конвертора

QAZLAT При разработке конвертора QAZLAT использованы такие технологии как HTML (HyperText Markup Language) – без которой ни одна современная веб-страница не является полной без использования этой разметки, использован стандарт последней версии-HTML5, который отличается от своих предшественников более строгими правилами, представляет собой продукт, сочетающий в себе свойства и синтаксические стандарты HTML и XHTML, а также нацелен на поддержку большего количества мультимедийных технологий.

CSS (Cascading Style Sheets – Каскадные таблицы стилей-формальный язык описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки, основной задачей которого является – правильное визуальное представление страницы перед пользователем в соответствии с заданными правилами стиля. CSS работает с большим разнообразием элементов страницы: шрифтами, цветом фона и символами, полями, таблицами, строками, высотой и шириной элементов, отступлениями, с изображениями, их корректным отображением, с позиционированием элементов и многими другими. С помощью CSS можно изменять любой компонент.

PHP (англ. PHP: Hypertext Preprocessor-" инструменты для создания отдельных веб — страниц") - скриптовый язык программирования для общих целей, активно используется для разработки веб-приложений. На данный момент он считается одним из фаворитов между языков программирования, используемыми для создания сайтов, ключевым моментом которого считается практичность, предоставляет разработчику программного обеспечения способы быстрого и эффективного выполнения поставленных задач, практическая природа его обосновывается пятью релевантными особенностями: традиции, простотой, эффективностью, безопасностью, эластичностью.

XML (/ekseks em Emel / англ. расширяемый язык разметки — extensible markup language. Рекомендованный консорциумом глобальной сети (W3C) ПО). Он разрабатывался как язык с обычным формальным синтаксисом, благоприятный для создания и обработки документов и программ в одно и тоже время благоприятный для чтения и создания документов человеком, с подчеркиванием нацеленности на внедрение в глобальной сети, речь именуется расширяемым, потому что он не укрепляет разметку, применяемую в документах: творец свободен сделать разметку в согласовании с вызовов к конкретной области, будучи ограниченным только синтаксическими правилами языка. Расширение XML-код — это определенная грамматика, разработанная на основе XML-файл представлен словарем тэгов и атрибутов, а еще набором правил, которые определяют атрибуты и составляющие, имеют все шансы заходить в состав других составляющих.

XAMPP — кроссплатформенная сборка веб-сервера, содержащая Apache, MySQL, интерпретатор скриптов PHP, язык программирования Perl и большое количество дополнительных библиотек, позволяющих запустить полноценный веб-сервер. Проект кроссплатформенный, а это значит, что он одинаково хорошо работает на популярных платформах: Windows, Linux, Mac OS. Само название XAMPP – аббревиатура, которая расшифровывается следующим образом: X – обозначает, что сборка будет работать на всех операционных системах; Apache – веб-сервер, поддерживающий основные версии ОС, гибко настраиваемый и надёжный; MySQL – одна из самых известных систем управления базами данных; PHP – язык программирования, поддерживаемый почти всеми хостинг-провайдерами и лидер среди языков, используемых для создания веб-сайтов; Perl – лёгкий в освоении язык программирования, который, к тому же, поддерживает модули сторонних разработчиков.

Sublime Text — кроссплатформенный проприетарный текстовый редактор. Поддерживает плагины на языке программирования Python. Программа часто используется как редактор исходного кода.

Обосновав всю базу для разработки конвертора стояли следующие задачи - разработка адаптивного конвертера с высокой скоростью обработки для текстов и документов, программа должна

реализовываться в формате WEB –приложения. Это должен быть сайт, состоящий из трех страниц, первая страница это информационная, вторая – конвертер текстов, третья конвертер – файлов.

В данной программе заложена функция, которая будет получать текст из введенного поля или выбранного документа, обрабатывать его, заменяя символы, и в конце пользователю будет предоставлен измененный текст или документ.

Клиент-серверное приложение представляет собой приложение, которое имеет две части: клиент и сервер. Такие приложения в основном отображаются и взаимодействуют с пользователем через веб-браузер.

Клиент, это та часть приложения, которая отображается пользователю, выполняется в веб-браузере и взаимодействует визуально с пользователем. На этой стороне работают такие языки разметки, стилей и программирования как HTML, CSS и JavaScript.

Серверная часть приложения не имеет собственного визуального представления и взаимодействует с пользователем через веб-браузер. Название этой части вытекает из того, что все действия выполняются на сервере — специальном компьютере, который может быть расположен как за тысячи километров от браузера, так и в непосредственной близости, вплоть до одной машины. На сервере обычно располагается база данных и оперируют такие языки как Java, PHP, C# и т. д. Данное приложение разрабатывается на языке программирования PHP.

Серверная часть сайта должна содержать функции конвертирования текстов и файлов. Для начала опишем работу конвертера текстов. Блок-схема работы конвертера текстов представлена на рисунке 1.

Как видно на рисунке 1 пользователь заходит на страницу конвертера для текстов. Система ждет ввод текста от пользователя в текстовое поле. Как только пользователь начинает вводить текст система определяет длину текста и на начинает процесс конвертации текста по циклу for. После того как пользователь перестает вводить текст система завершает процесс конвертации текста.

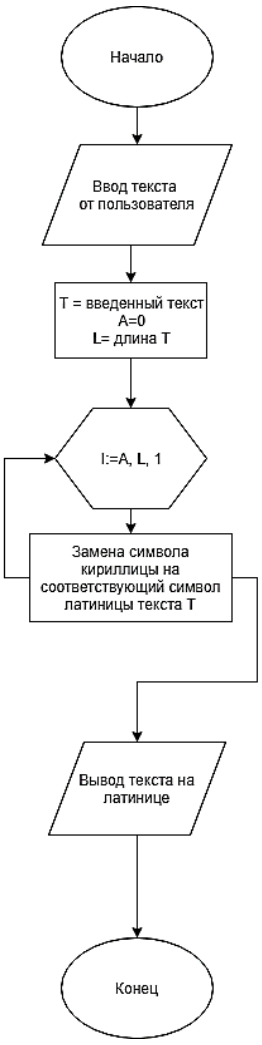


Рис. 1. Блок-схема конвертера текстов

Для конвертации текста используются функция convert_to_lat(), которая представлена на рисунке 2.

```
/*Функция конвертации текста*/
var convert_to_lat = function (text) {
    /*Цикл конвертации текста по массиву 2 букв*/
    for (var key in _translate_lat) {
        text = text.replaceAll(key.toString(), _translate_lat[key]);
    }
    /*Цикл конвертации текста по массиву 1 буквы*/
    for (key in translite_lat) {
        text = text.replaceAll(key.toString(), translite_lat[key]);
    }
    return text;
};
```

Рис. 2. Функция конвертации текста

Как видно функция convert_to_lat() в качестве входного параметра использует текст введенный пользователем, а для конвертации использует два массива, которые представлены на рисунках 3 и 4.

```
82      /*Объявление массива с одной буквы*
83      var translite_lat = {
84          А: "A", а: "a",
85          Ә: "Á", ә: "á",
86          Б: "B", б: "b",
87          Д: "D", д: "d",
88          Е: "E", е: "e",
89          Ф: "F", ф: "f",
90          Ғ: "Ǵ", ғ: "ǵ",
91          Г: "G", г: "g",
92          Х: "H", х: "h",
93          І: "I", і: "i",
94          И: "I", и: "ı",
95          Й: "I", й: "ı",
96          Һ: "H", һ: "h",
97          Ж: "J", ж: "j",
98          К: "K", к: "k",
99          Л: "L", л: "l",
100         М: "M", м: "m",
101         Н: "N", н: "n",
102         Ң: "Ń", ң: "ń",
103         О: "O", о: "o",
104         Ө: "Ó", ө: "ó",
105         П: "P", п: "p",
106         Қ: "Q", қ: "q",
107         Р: "R", р: "r",
108         С: "S", с: "s",
109         Т: "T", т: "t",
110         Ұ: "U", ұ: "u",
111         Ү: "Ú", ү: "ú",
112         В: "V", в: "v",
113         Ы: "Y", ы: "y",
114         У: "Ý", у: "ý",
115         З: "Z", з: "z",
116         Э:"E",  э:"e",
117         ь: '',
118         ъ:'',
119     };
```

Рис. 3. Массив с одной буквы

На рисунке 3 представлен массив с одной буквы, то есть в данном массиве одна буква из алфавита на кириллице представлена одной буквой из алфавита на латинице.

```
/*Объявление массива, где 1 буква пишется как 2*/
var _translate_lat = {
    Ш: "Sh", ш: "sh",
    Ч: "Ch", ч: "ch",
    Щ: "Sh", щ: "sh",
    Я: "Ia",я: "ıa",
    Ю: "Iý",ю: "ıý",
    Ц: "Ts", ц: "ts"
};
```

Рис. 4. Массив из двух букв

На рисунке 4 представлен массив, где одна буква кириллического алфавита представлена, как две буквы латинского алфавита.

Данный алфавит, то есть два массива с символами, был взят из указа от 19 февраля 2018 года № 637 "О внесении изменения в Указ Президента Республики Казахстан от 26 октября 2017 года № 569 "О переводе алфавита казахского языка с кириллицы на латинскую графику". Алфавит казахского языка, основанный на латинской графике представлен на рисунке 5.

АЛФАВИТ
казахского языка, основанный на латинской графике

№	Написание	Звук	№	Написание	Звук
1	A a	[a]	17	Ń ń	[ң]
2	Ә ә	[ə]	18	O o	[o]
3	B b	[б]	19	Ө ө	[ө]
4	D d	[д]	20	P p	[п]
5	E e	[e]	21	Q q	[қ]
6	F f	[ф]	22	R r	[р]
7	G g	[г]	23	S s	[с]
8	Ғ ғ	[ғ]	24	T t	[т]
9	H h	[х], [h]	25	U u	[ұ]
10	I i	[і]	26	Ү ү	[ү]
11	I ı	[и], [й]	27	V v	[в]
12	J j	[ж]	28	Y y	[ы]
13	K k	[к]	29	Ý ý	[у]
14	L l	[л]	30	Z z	[з]
15	M m	[м]	31	Sh sh	[ш]
16	N n	[н]	32	Ch ch	[ч]

Рис. 5. Алфавит казахского языка, основанный на латинской графике

Также для корректной замены символов и возвращения правильно переведенного текста используется функция replaceAll(), которая представлена на рисунке 6.

```
78      /*функция замены совпавшей буквы на другую по алфавиту*/
79      String.prototype.replaceAll=function(a,b){
80          return this.split(a).join(b) /*возвращает измененный текст*/
81      };
```

Рис. 6. Функция замены символов

Пример работы текстового конвертера представлен на рисунке 7

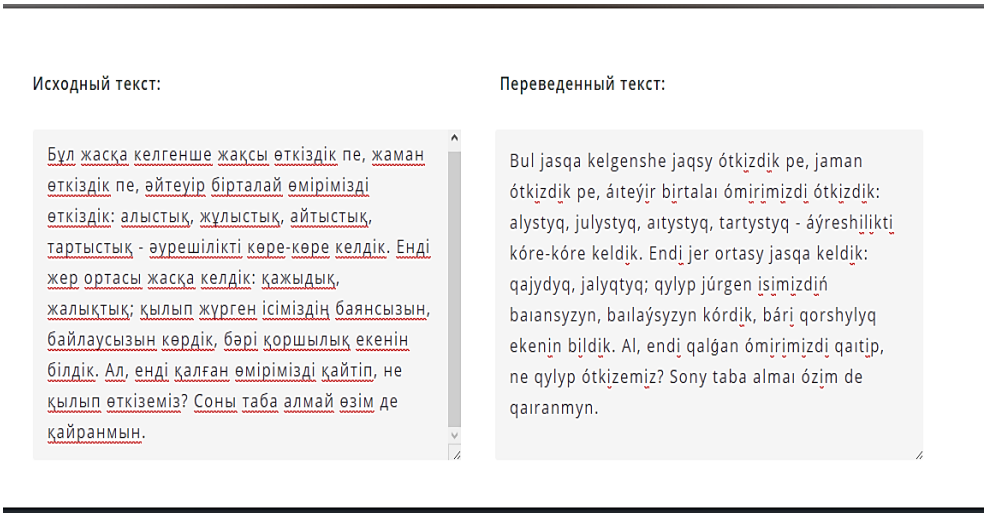


Рис. 7. Пример работы текстового конвертера

Важной частью конвертора QAZLAT является конвертация целых файлов.

Блок-схема работы конвертации файлов представлена на рисунке 8. Пользователь заходит на страницу конвертера для файлов, выбирает файл для конвертации и нажимает кнопку «Конвертировать». После этого файл отправляется на сервер, на сервере получаем тест из файла, используя DOM – объектную модель документов, копируем его, конвертируем скопированный файл и даем ссылку на скачивание документа клиенту. DOM (от англ. Document Object Model — «объектная модель документа») — это не зависящий от платформы и языка программный интерфейс, позволяющий программам и скриптам получить доступ к содержимому HTML, XHTML и XML документов, а также изменять содержимое, структуру и оформление таких документов.

.

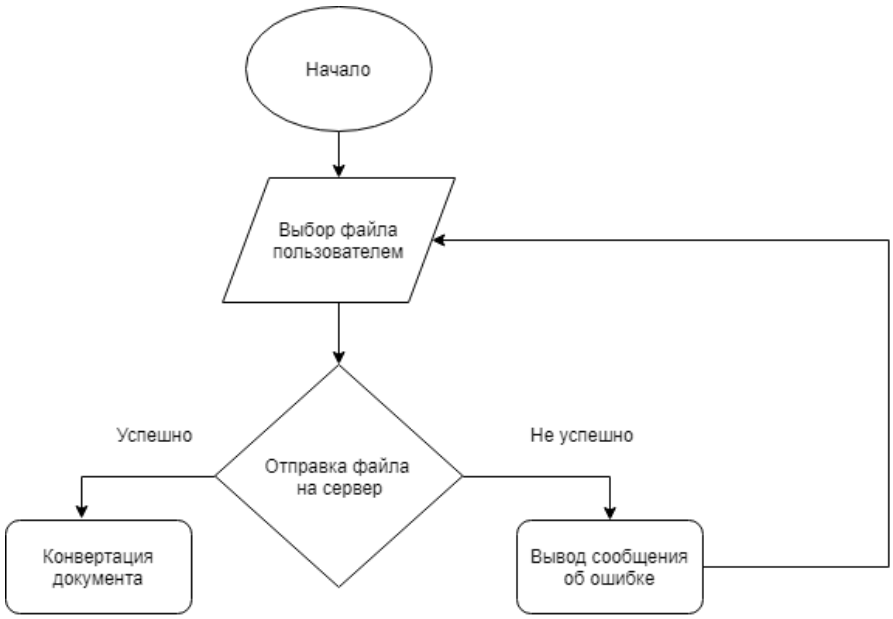


Рис. 8. Блок-схема конвертера файлов

Модель DOM не накладывает ограничений на структуру документа. Любой документ известной структуры с помощью DOM может быть представлен в виде дерева узлов, каждый узел которого представляет собой элемент, атрибут, текстовый, графический или любой другой объект. Узлы связаны между собой отношениями «родительский-дочерний».

Выводы

Начиная с разными подходами разработки данного конвертора, путем исследовании данной темы, путем ошибок на наш взгляд найдено оптимальное решение. Создан конвертор, который преобразовывает любой текст на казахском языке по кириллице в латиницу. Более того можно не меня стили конвертировать целые файлы, описанию которого посветим следующую статью.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бардзелл, Джеффри Macromedia Dreamweaver MX 2004 с ASP, ColdFusion и PHP. Из первых рук (+ CD-ROM) / Джеффри Бардзелл. - М.: Эком, 2017. - 560 с.

[2] Бенкен, Е. PHP, MySQL, XML. Программирование для Интернета / Е. Бенкен. - М.: БХВ-Петербург, 2016. - 352 с.Wikipedia: Парковочные часы / URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Parking_meter (дата обращения: 05.02.2019)

[3] Веллинг, Люк Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL / Люк Веллинг , Лора Томсон. - М.: Вильямс, 2013. - 848 с.

[4] Andy, Harris HTML, XHTML and CSS All–In–One For Dummies®/Andy Harris. - Москва: Наука, 2014. - 173 с.

[5] Ben, Henick HTML & CSS – The Good Parts / Ben Henick. - Москва: СИНТЕГ, 2013. - 350 с.

[6] Ed, Tittel HTML, XHTML & CSS For Dummies® / Ed Tittel. - Москва: Гостехиздат, 2012. - 416 с.

[7] Гаевский, А.Ю. 100% самоучитель. Создание Web-страниц и Web-сайтов. HTML и JavaScript / А.Ю. Гаевский, В.А. Романовский. - М.: Триумф, 2014. - 464 с.

[8] Гудман, Д. JavaScript и DHTML. Сборник рецептов. Для профессионалов / Д. Гудман. - М.: Питер, 2015. - 523 с.

[9] Дакетт, Джон HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов (+ CD-ROM) / Джон Дакетт. - М.: Эксмо, 2013. - 480 с.

[10] Дакетт, Джон Основы веб-программирования с использованием HTML, XHTML и CSS / Джон Дакетт. - М.: Эксмо, 2013. - 768 с.

[11] Дебольт HTML и CSS. Совместное использование / Дебольт, Вирджиния. - М.: НТ Пресс, 2013. - 512 с.

[12] Дронов, В. HTML 5, CSS 3 и Web 2.0. Разработка современных Web-сайтов / В. Дронов. - М.: БХВ-Петербург, 2014. - 138 с.

[13] Дронов, Владимир HTML 5, CSS 3 и Web 2.0. Разработка современных Web-сайтов / Владимир Дронов. - М.: БХВ-Петербург, 2013. - 416 с.

[14] Бенкен, Е. С. PHP, MySQL, XML. Программирование для Интернета (+ CD-ROM) / Е.С. Бенкен. - М.: БХВ-Петербург, 2011. - 304 с.

[15] Бенкен, Елена PHP, MySQL, XML. Программирование для Интернета / Елена Бенкен. - М.: БХВ-Петербург, 2007. - 336 с.

[16] Бенкен, Елена PHP, MySQL, XML. Программирование для Интернета / Елена Бенкен. - М.: БХВ-Петербург, 2011. - 304 с.

[17] Квинт, Игорь Создаем сайты с помощью HTML, XHTML и CSS / Игорь Квинт. - М.: Питер, 2014. - 448 с.

[18] Квинт, Игорь Создаем сайты с помощью HTML, XHTML и CSS на 100% / Игорь Квинт. - М.: Питер, 2012. - 448 с.

[19] «HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов» /Джон Дакетт; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. – Москва: Эксмо, 2019. -480 с.: ил. - (Мировой компьютерный бестселлер).

[20] «JavaScript. Подробное руководство, 6-е издание» / Д. Флэнаган. – СПб: Символ-Плюс, 2012. – 1080 с., ил.

[21] «JavaScript в примерах и задачах» / А. Н. Васильев. – Москва: Издательство «Э», 2017. – 720 с. – (Российский компьютерный бестселлер).

[22] «JavaScript и jQuery. Интерактивная веб-разработка» / Джон Дакетт; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. — Москва: Эксмо, 2017. — 640 с.: ил. — (Мировой компьютерный бестселлер).

[23] «JavaScript на примерах» / А. П. Никольский. – СПб.: «Наука и техника», 2017. – 272 с.

[24] Научная интернет библиотека Киберленинка https://cyberleninka.ru/article/v/iz-istorii-latinizatsii-natsionalnyh-alfavitov-sssr

Мусапирова Г. Д., Болатов О.К.

Qazlat конверторын әзірлеу

Аңдатпа. Бұл мақалада, үш парақшадан тұратын WEB-қосымша форматында іске асырылған, файлдар мен текстті жоғары жылдамдықта өңдейтін адаптивті QAZLAT конверторін құру сипатталған. Бірінші парақшасы ақпараттық, екіншісі тексттік конвертор және үшіншісі файлдардық конвертор болып табылады. Бағдарламада енгізілген алаңнан текстті қабылдап, символдарды ауыстыру арқылы өңдеп нәтижесінде қолданушыға өзгертілген тест немесе документті беретін функция ұйымдастырылған.

Кілттік сөздер: латынға көшу, кроссплатформа, файл–конвертер, клиент-сервер, HTML, CSS и JavaScript.

УДК 621.74:669.1

T. Zhukebayeva, R. Zhamelov
(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
E-mail: rahat-1996boy@mail.ru)

THE WEAR RESISTANCE INCREASE OF CHROMIUM CAST IRON

Abstract. The article presents the results of the tests on the wear resistance of chromium cast irons of different compositions obtained in sand forms. It has been shown that increase of the wear resistance and mechanical properties of the cast iron is possible to obtain using the casting in metal molds. A further increase in wear resistance of parts produced in metal molds is possible by changing the technological parameters of casting and alloying by titanium.

Keywords. Wear-resistant chromium cast iron, sand casting, metal mold, wear resistance, mechanical properties, allowing.

Т.Ж. Жукебаева, Р.Ж. Жамелов
(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Республика Казахстан
rahat-1996boy@mail.ru)

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ

Аннотация. В статье представлены результаты испытаний на износостойкость хромистых чугунов различных составов, полученных в земляных формах. Показано, что повышение износостойкости и механических свойств чугунов возможно при использовании литья в металлические формы. Дальнейшее увеличение износостойкости деталей, полученных в металлических формах, может быть достигнуто за счет изменения технологических параметров заливки и легирования титаном.

Ключевые слова. Износостойкий хромистый чугун, земляная форма, металлическая форма, износостойкость, механические свойства, легирование.

Введение.Эксплуатационные характеристики современных износостойких хромистых чугунов (ИЧХ) определяются наличием, образующихся при высоких содержаниях хрома, специальных карбидов Ме7Сз и МегзСб и дополнительных легирующих элементов (молибдена, никеля, ванадия, и др.). Детали, испытывающие абразивный износ, работают в условиях возможных ударных нагрузок, поэтому кроме износостойкости важнейшим критерием работоспособности является ударная вязкость и прочность. В связи с этим, разработка составов новых ИЧХ, обеспечивающих сочетание высокой износостойкости и твердости, наряду с удовлетворительной прочностью, пластичностью и ударной вязкостью, является весьма актуальной [1,2].

Постановка задачи. Задача по повышению износостойкости деталей из хромистых чугунов является комплексной и включает в себя выбор состава износостойкого чугуна в зависимости от условий эксплуатации детали, определение технологии литья, разработку оптимальных режимов литья, а также использование дополнительного легирования базового состава чугуна. Параметры затвердевания хромистых чугунов влияют на эксплуатационные свойства в значительно большей степени, чем в других литейных сплавах. Увеличение скорости охлаждения при кристаллизации и использование направленного затвердевания изменяют такие характеристики структуры, как размер и взаимное расположение карбидной фазы. Поэтому определение рациональной технологии изготовления отливок из хромистых чугунов имеет такое же важное значение, что и выбор состава сплава [3,4].

Таблица 1. **Относительная износостойкость и механические свойства хромистых чугунов эвтектического состава (литье в земляные формы)**

Марка чугуна	ИЧХ28Н2	ИЧХ18	ИЧХ18ВМ
Твердость в литом состоянии HRC	52–53	54–55	54–55
Коэффициент относительной износостойкости чугунов в литом состоянии	1,0	2,2	2,4
Ударная вязкость, Дж/см^2	11,4	10,5	13,8

Очень часто оборудование эксплуатируется в абразивной среде в условиях сухого трения, например, дробеметы, строительная техника, центробежные дробилки и мельницы. Поэтому представляло интерес исследование износостойкости наиболее распространенных чугунов в этих условиях. Изучали износостойкость и механические свойства трех разных хромистых чугунов: ИЧХ28Н2, ИЧХ18, ИЧХ18ВМ. Образцы чугунов для испытаний отливали в земляные формы. Износостойкость изучали в режиме сухого трения [5,6]. Хромистый чугун ИЧХ28Н2 (Cr – 27%, C – 3,1, Ni – 1,5%) был выбран как наиболее распространенный износостойкий чугун в СНГ и Республике Беларусь. Комплексно-легированный никелем, молибденом и ванадием чугун ИЧХ18 (C –3,4%, Cr –18,5, Mo – 0,6, V – 0,6, Ni – 0,7%) обладает оптимальными механическими свойствами, хорошо зарекомендовал себя в машиностроении, в частности, при изготовлении дробемётных лопаток. Разработанный в ИТМ НАН Беларуси экономно-легированный экспериментальный чугун ИЧХ18ВМ (C –3,45%, Cr – 18,8, W – 0,6, Mo – 0,4, V – 0,2, Ni – 0,25%) применяется для литья деталей дробильно-размольного оборудования, строительной техники (ТУ BY 700002421 .004-2011) [7,8]. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Методы. Экспериментальный чугун ИЧХ18ВМ имеет большую износостойкость и ударную вязкость, чем ИЧХ28Н2 и ИЧХ18. Его стоимость ниже, чем у названных выше сплавов [9].

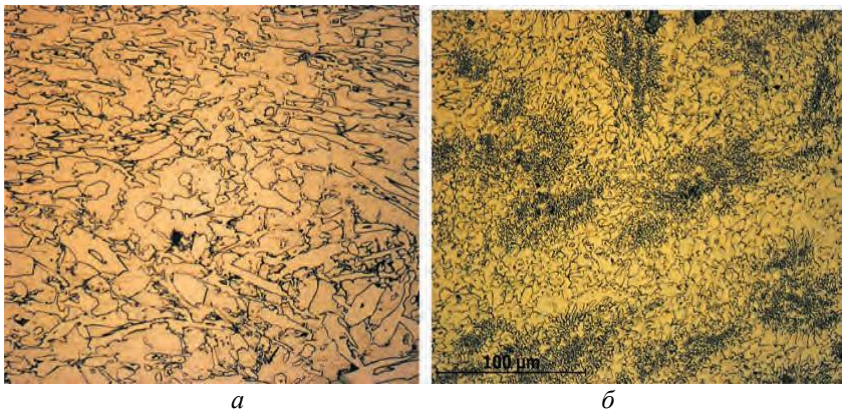
Наиболее перспективной технологией, позволяющей повысить эксплуатационные характеристики деталей из износостойких чугунов за счет увеличения скорости охлаждения при кристаллизации (по сравнению с литьем в земляные формы), является метод литья в металлические формы [10].

На рис .1 показаны структуры чугуна ИЧХ18ВМ литого в земляную (*а*) и металлическую (*б*) формы, а в табл. 2 приведена относительная износостойкость и ударная вязкость этого сплава, полученного в разных литейных формах. Структура при литье в металлические формы измельчается в 3–4 раза.

Кроме повышения износостойкости на 20–30% и твердости до 61 HRC, при литье в кокиль увеличивается и ударная вязкость на 15–20%, до 15,5–17,0 Дж/см^2 [11]. Дальнейшее увеличение износостойкости деталей из хромистых чугунов, полученных в металлических формах, возможно за счет выбора оптимальных режимов литья. Известно, что на процесс формирования отливки в кокиле сильное влияние оказывают такие параметры литья, как температура заливаемого расплава и время заполнения формы расплавом [5]. Изменяя эти параметры, можно воздействовать на формирование структуры отливки и, как следствие, на износостойкость получаемых деталей. Изучение влияния этих параметров проводили при изготовлении отливок «подкладной лист» (отливка массой 9,2 кг, прибыль с литниковой системой 1,5 кг, толщина рабочей части отливки 25 мм) [12,13].

Таблица2. **Относительная износостойкость и ударная вязкость хромистого чугуна ИЧХ18ВМ эвтектического состава (литье в земляные формы и кокиль)**

Марка чугуна	ИЧХ18ВМ (литье в земляные формы)	ИЧХ18ВМ (литье в металлические формы)
Твердость в литом состоянии HRC	54–55	57–61
Коэффициент относительной износостойкости чугунов в литом состоянии*	1,0	1,25
Ударная вязкость, Дж/см^2	13,8	15,8



а *б*

Рис.1. Структура чугуна ИЧХ18ВМ: *а* – литье в земляную форму; *б* – литье в металлическую форму.



Рис. 2. «Подкладной лист» УЗ-1,25 (*а*) и образцы, вырезанные из него (*б*)

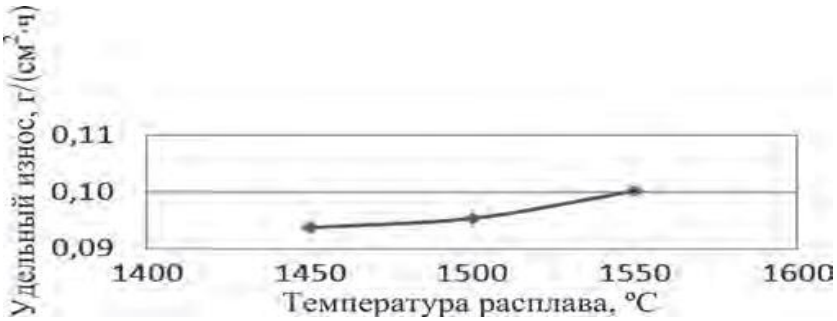


Рис. 3. Влияние температуры расплава на износостойкость

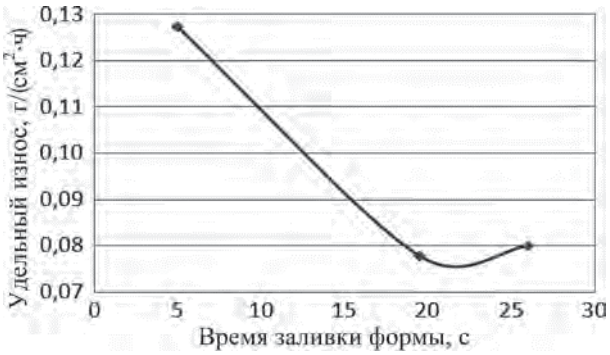


Рис. 4. Влияние времени заполнения формы расплавом на износостойкость

Результаты. Расплав одного и того же состава заливали в формы при температурах 1450, 1500 и 1550 ºС. Время заполнения формы составляло 12 с. Применяли заливку сверху.

Для проведения испытания на износостойкость в лабораторных условиях из деталей вырезали образцы. В образцах испытывали верхнюю (рабочую) часть. На рис .2 показаны деталь «подкладной лист» и образцы для испытаний.

Испытания проводили на стенде, разработанном в Институте технологии металлов НАН Беларуси. При разработке конструкции испытательного стенда было учтено требование к проведению испытаний в условиях, как можно ближе моделирующих условия износа защитных деталей центробежных дробилок и мельниц. В испытательном стенде применяли вращательное перемещение абразивного круга относительно испытываемого материала. Параметры испытаний (скорость, нагрузка и т.д.) подбирали исходя из реальной скорости износа деталей в процессе эксплуатации. Результаты испытаний приведены на рис .3.

Изменение износостойкости при уменьшении температуры с 1550 до 1450 °С составило около 7%, что укладывается в пределы погрешностей испытаний. Также исследовали влияние времени заливки кокиля (температура заливаемого расплава 1450 °С) на износостойкость (рис.4).

Увеличение времени заливки от 5 до 26 с повысило износостойкость рабочей поверхности отливки «подкладной лист» на 37%. Это можно объяснить тем, что при увеличении времени заливки до 20–25 с

в полости формы практически полностью снимается перегрев расплава, а в нижней части отливки образуется слой затвердевшего металла, что подтверждается экспериментальными данными и расчетами [6]. Время затвердевания отливки «подкладной лист» составляет 90 с при времени заливки 20–25 с. Это приводит к ускорению затвердевания верхней части отливки в сравнении с быстрой заливкой, а следовательно, к получению более мелкой структуры, обладающей повышенной износостойкостью.

Обсуждение. Также исследовали влияние дополнительного легирования на износостойкость. В качестве легирующих элементов были выбраны титан и вольфрам. Титан – относительно дешевый легирующий элемент, используемый для микролегирования и модифицирования чугуна. Карбиды титана, находящиеся в металлической матрице, способствуют ее упрочнению и повышению микротвердости [14,15].



Рис. 5. Характерный износ детали «подкладной лист»

Вольфрам является достаточно дорогим легирующим элементом, но использование вторичных материалов позволяет снизить стоимость легирования им в 3–4 раза. Проведенный рентгеноструктурный анализ чугуна, дополнительно легированного вольфрамом, показал наличие сложных карбидов, содержащих вольфрам и находящихся в основном в металлической матрице. Эти карбиды упрочняют матрицу и должны способствовать повышению износостойкости.

Для изучения влияния легирования на износостойкость чугун ИЧХ18ВМ базового состава (С – 3,6%, Cr – 18, W –0,6, Mo – 0,35, V –0,2, Ni – 0,25, Mn – 0,6, Si–0,65%) дополнительно легировали 0,25% Ti, а содержание W было повышено от 0,6 до 1,5%. Из этих чугунов в металлические формы (кокили) были отлиты детали «подкладной лист».

Испытания в лабораторных условиях показали, что легирование титаном резко увеличивает износостойкость. Чугун, дополнительно легированный вольфрамом, имел ту же износостойкость, что и чугун базового состава. При литье чугуна, легированного титаном, угар этого элемента составил 50%, а сплав имел низкую жидкотекучесть. В табл. 3 приведена твердость поверхности отливок, легированных титаном 1 и вольфрамом 2, а также микротвердость металлической матрицы.

Таблица 3. **Твердости отливок, легированных титаном и вольфрамом**

Номер образца	Твердость отливки HRC	Микротвердость матрицы HV
1	63	698
2	61	592

Для определения износостойкости деталей, дополнительно легированных Ti и W, были проведены испытания на ОАО «Полоцк-Стекловолокно». Детали «подкладной лист» устанавливали на центробежную мельницу МЦ-1,25 для размола кварцевого песка. На рис .5 показана деталь «подкладной лист» после проведения испытаний.

Испытания показали увеличение ресурса работы деталей, легированных Ti и W на 17 и 5% соответственно, по сравнению с образцами из базового состава чугуна. Проведенные работы по исследованию износостойкости хромистых чугунов в лабораторных и промышленных условиях свидетельствуют, что литье в металлические формы, увеличение времени заливки, а также легирование Ti позволяют увеличить износостойкость деталей из ИЧХ.

Заключение

Исследования износостойкости и ударной вязкости хромистых чугунов ИЧХ28Н2, ИЧХ18, ИЧХ18ВМ показали, что наиболее распространенный в СНГ и Республике Беларусь чугун ИЧХ28Н2 уступает по износостойкости чугунам ИЧХ18, ИЧХ18ВМ. Экспериментальный износостойкий чугун ИЧХ18ВМ обладает более высокой износостойкостью и ударной вязкостью при более низкой стоимости. Дальнейшее увеличение износостойкости, ударной вязкости и твердости возможно за счет литья в металлические формы. Налажено производство деталей из этого чугуна. Показано, что увеличение износостойкости деталей, полученных в металлических формах, возможно за счет увеличения времени их заливки, а также легирования титаном.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Цыпин И. И. Белые износостойкие чугуны. М.: Металлургия, 1983.− 176 с.

[2] Барановский К. Э., Ильюшенко В. М., Барановский Э. Ф., Короткин Г. П. Повышение ресурса работы деталей из износостойких хромистых чугунов оборудования по производству кирпича из глины и центробежных измельчителей // Литье и металлургия. 2010. № 3. С. 43–47.

[3] Барановский К. Э., Ильюшенко В. М., Дувалов П. Ю. Получение отливок из износостойких чугунов в комбинированных формах и кокилях // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: материалы VI МНТК. Минск, ФТИ НАН Беларуси, 14–16 сентября 2011г. С. 18–22.

[4] Барановский К. Э., Урбанович Н. И., Басалай И. А., Ильюшенко В. М., Дувалов П. Ю. Износостойкость хромистых чугунов // Сб. докл. XIII МНТК «Чтения памяти В. Р. Кубачека». Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. Екатеринбург, 16–17 апреля 2015 г. С. 310–314.

[5] Марукович, Е. И. Получение отливок из износостойких хромистых чугунов в комбинированных формах / Е. И. Марукович, В. М. Ильюшенко, П. Ю. Дувалов. Перспективные материалы и технологии; под ред. В. В. Клубовича. Витебск, 2013. Гл. 1. С. 9–35.

[6] Марукович, Е. И. Исследование формирования в кокиле отливок из специальных износостойких чугунов для изготовления деталей центробежных дробилок / Е. И. Марукович, В. А. Пумпур, Г. П. Короткин, П. Ю. Дувалов // Сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. «Литейное производство и металлургия 2015. Беларусь», Жлобин, 21–22 октября 2015 г.С. 23–31.

[7] Емелюшин А. Н. Влияние титана и бора на износостойкость чугуна, предназначенного для механической обработки неметаллических материалов инструмента из хромистых чугунов // Изв. вузов. Черная металлургия. 2000. № 2. С. 28–29.

[8] Гарбер М.Е. Отливки из белых износостойких чугунов. М.: Машиностроение, 1972.

[9] Рожкова Е. И., Кирилов А. А, Зуев И. Е., Дядькова А. Ю. Исследование абразивно-коррозионной стойкости хромистых чугунов //Литейщик России. 2005. № 12. С. 8-9.

[10] Тухватулин И.Х. Разработка нового состава стали при помощи нейросе-тевого метода: Дис. канд. техн. наук,- Магнитогорск, 2002.

[11] Колокольцев В.М., Потапов М.Г., Заматаев Н.Г. Повышение эксплута-ционных свойств деталей насосов из высокохромистых чугунов // Прогрессивные литейные технологии. Тез. докл. Междунар. науч.-практич. конф. М.: МГИСиС, 2000.

[12] Петроченко Е. В., Потапов М. Г. Выбор состава чугуна для деталей работающих в условиях абразивного износа // Наука и производство: Сб. докл. 60-й науч.-техн. конф. МГТУ-ММК по итогам науч.-исслед. работ. -Магнитогорск: МГТУ, 2001.

[13] Колокольцев В. М. Основы синтеза износостойких литейных сталей и чугунов// Литейное производство.-1995.

[14] Тынг С., Романов Л.М., Козлов JUL Влияние скорости охлаждения на формирование структуры заэвтектических хромистых чугунов // Изв. вузов. Черная металлургия —1995—№ 6.

[15] Влияние структуры на свойства белых хромистых чугунов / И.И.Косицина, В.В.Сагарадзе, А.В.Макаров и др. // Металловедение и термическая обработка металлов.—1996—№ 4.

Жукебаева Т.Ж., Жамелов Р.Ж.

Хромды шойындардың тозуға төзімділігін арттыру

Түйіндеме.. Мақалада саз түрінде алынған әр түрлі құрамдағы хромды шойындардың тозуға төзімділігі туралы сынақтардың нәтижелері келтірілген. Металл қалыптарда құюды қолданған кезде шойындардың тозуға төзімділігі мен механикалық қасиеттерінің артуы мүмкін екендігі көрсетілген. Металл түрінде алынған бөлшектердің тозуға төзімділігінің бұдан әрі жоғарылауы титанмен легірлеу және құюдың технологиялық параметрлерін өзгерту арқылы қол жеткізуге болады.

Түйінді сөздер. Тозуға төзімді хромды шойын, жер формасы, металл формасы, тозуға төзімділігі, механикалық қасиеттері, легірлеу.

УДК: 656.2

M. Aikumbekov, A. Kamzina, S. Abibullaev, K. Aldanazarov
(Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev
e-mail: muslim050182@mail.ru)

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE DELIVERY MODEL OF PERISHABLE GOODS THROUGH THE TRANSPORT AND LOGISTICS CENTER

Abstract: Currently, one of the most promising and feasible directions of development of transport and logistics infrastructure of the Republic of Kazakhstan are transport-logistics centers (TLC), designed to facilitate the rational movement of goods within the territory of the Republic of Kazakhstan and between States, in terms of optimizing both time and cost for delivery of goods from producer to consumer.

In this regard, it is necessary to prioritize the concept of integrated logistics, based on the cooperation of all participants of cargo and goods movement from the producer to the consumer, reducing the total costs in this logistics chain by achieving economic compromises between them.

Key words: perishable goods, transport and logistics center, modeling of warehouse processes, working with clients, warehousing

М.Н. Айкумбеков, А.Д. Камзина, С.Ш. Абибуллаев, К.Т. Алданазаров
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева
e-mail: muslim050182@mail.ru)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛИ ДОСТАВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ ЧЕРЕЗ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Аннотация: В настоящее время одним из перспективных и технологичных направлений в области развития транспортно-логистической инфраструктуры Республики Казахстан являются транспортно-логистические центры (ТЛЦ), призванные облегчить рациональное перемещение грузов как внутри территории Республики Казахстан, так и между государствами, в условиях оптимизации как временных, так и финансовых затрат на доставку товаров от производителя к потребителю.

В связи с этим, в качестве приоритетной необходимо ставить концепцию интегрированной логистики, основанной на кооперации всех участников грузо- и товародвижения от производителя до потребителя, снижении совокупных издержек в этой логистической цепи путем достижения между ними экономических компромиссов.

Ключевые слова: скоропортящиеся грузы, транспортно-логистический центр, моделирование складских процессов, работа с клиентурой, складское хозяйство

Учитывая большую размерность модели и большое количество математических операций, проведение имитационного моделирования доставки СПГ через ТЛЦ и по нерегулируемому варианту в данной работе предполагает создание программного продукта, используемого для проведения экспериментов над моделью. Коэффициенты в формулах модели задаются пользователем программы. При этом предполагается получение информации о средних значениях величин, моделируемых как случайные величины с определенными законами распределения, а также постоянных коэффициентов и формул. Следуя логике моделирования, параметры модели можно разбить на несколько групп.

Одним из важнейших факторов, определяющих востребованность ТЛЦ в регионе, а также их месторасположение, являются потоки СПГ.

Рассчитываемые параметры модели в отличие от переменных, которые могут быть заданы в зависимости от целей и задач моделирования, определяются на основании статистической отчетности по исследуемому региону и по данным проведенного обследования потоков СПГ. На основании статистических данных могут быть определены такие показатели, как средняя масса отправки одной номенклатуры, средняя цена единицы груза, временные параметры и количество погрузочно-разгрузочным механизмов (ПРМ). Технико-экономические показатели работы ПРМ определяются как справочные данные. Анализируя интенсивность и состав потоков СПГ на территории региона, можно определить значение таких показателей как среднее число заявок, поступающих на ТЛЦ за 1 час, доля межрегиональных перевозок, осуществляемых в *i*-регион, коэффициент влияния времени суток на скорость движения авторефрижератора. Обобщив и систематизировав полученные в ходе обследования данные, перейдем к определению рассчитываемых параметров модели.

Для определения среднего числа заявок, поступающих на ТЛЦ за 1 час, обратимся к данным Агентства статистик РК [1]. С учетом коэффициента сезонной неравномерности получаем среднее значение числа заявок, поступающих на терминал - $MO(\tau)$ заявок/ч. Зная среднечасовое значение объемов доставки грузов на коммерческой основе, получим среднее значение суммарной массы отправки по всей номенклатуре в партии: $\sum_{t=1}^{H} MO(M) = 3{,}04$ т/заявка. Средняя масса отправки одной номенклатуры будет смоделирована на основании выражения:

$$MO(M_1) = \frac{\sum_{t=1}^{H} MO(M_1)}{MO(W)}, \tag{1}$$

Среднее значение числа грузовых единиц в заявке определится делением средней массы отправки на вместимость наиболее часто используемого стандартного поддона.

Коэффициенты влияния часа суток будут определены на основании выражения:

$$k_b = \frac{I_{ch}}{\bar{I}_{ch}}, \tag{2}$$

где I_{ch} - интенсивность транспортного потока часовая, авт/ч;

$\bar{I}_{ch}$ - средняя интенсивность, авт/ч.

Коэффициент влияния месяца года и дня недели на вероятность возникновения заявки также определяется по данным обследования. Коэффициент влияния дня недели будет определен на основании выражения:

$$k_b = \frac{I_{dn}}{\bar{I}_{dn}}, \tag{3}$$

где I_{dn} - интенсивность транспортного потока недельная, авт/нед;

$\bar{I}_{dn}$ - средняя интенсивность, авт/нед.

Результаты выполненного обследования транспортных потоков позволили в первом приближении описать влияние месяца года на вероятность возникновения заявки зависимостью:

$$km = \sin\left(\frac{\pi}{6}M - \frac{5\pi}{6}\right) + 1{,}386, \tag{4}$$

где M - порядковый номер текущего месяца.

Экономико-географическое исследование процессов возникновения заявок на обслуживание в общем случае может проводиться с привлечением гравитационных методов. Функция двухмерной плотности вероятности возникновения заявки в точке X,Y, которая также является функцией двухмерной плотности вероятности назначения точки адресации доставки, может быть определена на основе гравитационного моделирования потенциального поля Стюарта, создаваемого в каждой точке региона демографическими потенциалами населенных пунктов.

Для определения демографического потенциала Стюарта для Алматинской области воспользуемся следующей формулой:

$$\begin{aligned} f\ (X,Y) = {} & \frac{5{,}453}{\sqrt{(X-47{,}47)^2+(Y-42{,}98)^2}} + \frac{0{,}614}{\sqrt{(X-47{,}13)^2+(Y-42{,}82)^2}} + \\ & \frac{0{,}263}{\sqrt{(X-48{,}2)^2+(Y-42{,}12)^2}} + \frac{1{,}01}{\sqrt{(X-48{,}3)^2+(Y-42{,}05)^2}} + \frac{0{,}394}{\sqrt{(X-47{,}88)^2+(Y-42{,}57)^2}} + \\ & \frac{0{,}777}{\sqrt{(X-47{,}65)^2+-42{,}87)^2}} + \frac{0{,}303}{\sqrt{(X-46{,}87)^2+(Y-43{,}6)^2}} + \frac{0{,}485}{\sqrt{(X-46{,}72)^2+(Y-43{,}85)^2}} + \\ & \frac{1{,}218}{\sqrt{(X-46{,}58)^2+(Y-43{,}25)^2}} + \frac{1{,}218}{\sqrt{(X-46{,}58)^2+(Y-43{,}25)^2}} + \frac{0{,}098}{\sqrt{(X-45{,}65)^2+(Y-44{,}65)^2}}. \end{aligned} \tag{5}$$

Решая интеграл, определим значение ω. При решении интеграла, необходимо учитывать точки разрыва функции и интегрировать по частям на каждом отрезке.

Необходимо разработать алгоритм составления в конце каждого часа сборочного кольцевого маршрута методом ветвей и границ. Вначале определяется допустимый маршрут, когда пункты объезда упорядочены по времени возникновения заявки. После этого множество всех возможных маршрутов разбивают на более мелкие подмножества и при каждом разбиении вычисляют нижнюю границу целевой функции текущего наилучшего маршрута. С помощью найденных границ проводят дальнейшее разбиение подмножеств допустимых маршрутов и в конечном итоге определяют оптимальный маршрут. Маршрут T можно представить как множество упорядоченных пар пунктов: $T=\{(i_1,i_2),(i_2,i_3),\ldots,(i_{n-1},i_n),(i_n,i_1)\}$. Каждая упорядоченная пара является дугой маршрута. Длина маршрута:

$$l(T)=\sum_{i,j\in T} c_v \qquad (6)$$

где c – расстояние между пунктами i,j.

Данная величина определена для любого маршрута и не может быть меньше величины оптимального маршрута, то есть текущее значение является верхней границей протяженности оптимального маршрута T. Для вычисления нижних границ протяженности, проведем редукцию строк и столбцов матрицы протяженности. При редукции относительные протяженности каждого из маршрутов остаются неизменными, следовательно, неизменны и все оптимальные маршруты. Если $l(T)$- протяженность маршрута T, определяемая матрицей стоимости до выполнения редукции, $z_1(T)$ – стоимость того же, определяемая редуцированной матрицей, H – сумма всех констант, используемых при вычислении редуцированной матрицы, то $z(T)=z_1(T)+H$. Поскольку редуцированная матрица содержит только неотрицательные элементы, то H является нижней границей протяженности маршрута T для нередуцированной матрицы.

Выбор базового звена ветвления осуществляется по максимальному значению вторичного штрафа Φ, определяемого как максимальная потеря в расстоянии по строке или столбцу, происходящая в случае, если текущий удовлетворяющий критерию оптимальности элементов не выбран в цепочку. Нижняя граница для маршрутов, не включающих в звено(i,j), определится как: $H+\Phi$. Если выбран элемент (i,j), то на следующей итерации из рассмотрения исключаем j-й столбец и i-ю строку и полагаем с $=\infty$ для предотвращения образования подмаршрутов, следует так же исключить все возможные звенья, образующие замкнутые цепи с любой из составляемых комбинации уже имеющихся взятых на предыдущих итерациях звеньев.

Нижняя граница для маршрута, включающего элемент, определится как сумма всех новых вычитаемых констант и старой нижней границы. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет выстроена вся цепочка маршрута.

После этого происходит сравнение всех величин нижних границ, соответствующих не включению найденных звеньев в маршрут с условно оптимальным. Если это значение окажется меньшим, производится ветвление по другой ветке дерева, соответствующей минимальному значению нижней границы.

Принятие решения об отправке груза с ТЛЦ и о выезде подвижного состава к потребителю в случае доставки по нерегулируемому варианту основывается на прогнозе времени осуществления предполагаемых этапов доставки. При доставке через ТЛЦ сразу при поступлении заявки на доставку, каждому вновь поступившему заказу на основе прогноза назначается критическое время, в которые закрепленные за отправителем авторефрижераторы начнут движение к грузоотправителю, исходя из условия прибытия к грузополучателю в начале временного интервала доставки t_{min}. Сразу при поступлении груза на терминальный склад ТЛЦ, каждому заказу на основе прогноза назначается критическое время, в которое СПГ должен начать погрузку на транспорт, следующий к грузополучателю, исходя из условия прибытия к грузополучателю в начале временного интервала доставки t. Погрузка продолжается до тех пор, пока либо не будет погружены все заказы, следующие в регион, в который объявлена погрузка, либо не будет исчерпана вместимость или грузоподъемность транспорта. В модели предполагается наличие одноканальной системы погрузки-разгрузки одновременно работают все имеющиеся ПРМ. Прогнозное время доставки составляется путем моделирования времени необходимых для доставки этапов, исходя, из средних значении, разыгрываемых величин. Невозможность точно предсказать характеристики подвижного состава,

которым будет выполняться перевозка заказа, количество ПРМ, у грузополучателя, а также отклонения случайных величин от средних делает указаный прогноз не точным, что вызывает необходимость введение поправочного коэффициента - времени опережения прогноза доставки %, определяемого путем моделирования – это время вычитается из каждого рассчитанного критического времени. Оптимальным является время запаздывания прогноза доставки на 30 минут.

Сложность определения адекватности модели при имитации процесса доставки заказов от поставщика к отправителю состоит в том, что получить экспериментальные данные не представляется возможным. При этом отправителем и получателем груза могут вступать как частные лица, так и предприятия разных форм собственности, расположенные в любой точке рассматриваемых регионов. Грузопотоки на территории региона имеют установившийся характер, который зависит от большой совокупности факторов, на которые нельзя влиять целенаправленно, а оценить изменение характера перемещения грузов, в случае осуществления терминальной доставки возможно, только имея в наличии существующий терминал. Оценивать существующие перемещения грузов на территории региона и в межрегиональном сообщении возможно лишь по данным обследования ситуации на основных автомагистралях и, основываясь на статистических данных. Все это легло в основу созданной модели.

Адекватность модели обосновывается также тем, что расчет времени и себестоимости моделирования производился на основе общепризнанных формул, используемых для описания транспортных процессов, и тем, что для генерации всех случайных величин, за исключением вероятности возникновения заказа, были использованы законы распределения, адекватность применения которых неоднократно доказано научной литературе.

Подтвердить адекватность происходящих в модели процессов возможно, исследовав входящие потоки автомобилей в ТЛЦ и проанализировав такие выходные параметры, как интервал между двумя последовательно прибывающими к погрузочному или разгрузочному фронту автомобилями, время ожидания погрузки и разгрузки на ТЛЦ, время выполнения элемента «погрузка» и «разгрузка» на ТЛЦ, полное время пребывания в ТЛЦ.

Моделируемый перевозочный процесс представляет собой систему многофазового обслуживания. Вследствие того что в модели реализована сезонная недельная и суточная неравномерность при генерации заказов, входящие поток автомобилей в ТЛЦ не является стационарным. Свойства ординарности характерно только для входящего потока автомобилей к разгрузочному фронту. Поток к фронту погрузки неординарен вследствие дискретности работы модели, когда все накопленные в течение шага моделирования заказы сразу закрепляются за автомобилями, которые входят к погрузочному фронту одновременно.

Программа моделирования, написанная в среде визуального программирования C1, представляет собой отдельное приложение, работающее под операционными системами Windows 2007 XP. Начинать работу с моделью следует с формирования справочников данных об используемых автотранспортных средствах и ПРМ, а также задания коэффициентов, отражающих влияние внешней среды и объективных закономерностей на поведение системы. Отдельный блок программы позволяет выбирать количество моделируемых регионов транспортной цепочке МТК и задавать для каждого из них коэффициенты функции Стюарта. Ввод остальных параметров, осуществляется уже непосредственно в разделе параметров модели. Все параметры разделены на разделы, соответствующие данным таблицам. Имеется возможность возврата и редактирования введенных параметров.

Перед программой моделирования ставилась задача, которая нашла свое решение в выходных диаграмме обобщенного коэффициента комплексной оценки эффективности работы системы доставки через ТЛЦ и по нерегулируемому варианту.

Диаграмма коэффициента комплексной оценки эффективности работы системы доставки $K_{\sum}^{ЭФ}$ через ТЛЦ, получена в результате использования компьютерной программы моделирования процесса доставки основанной на приведенных в диссертационной работе формулах расчета времени и себестоимости доставки СПГ как по централизованной технологии, так и по нерегулируемому варианту (рисунок 1).

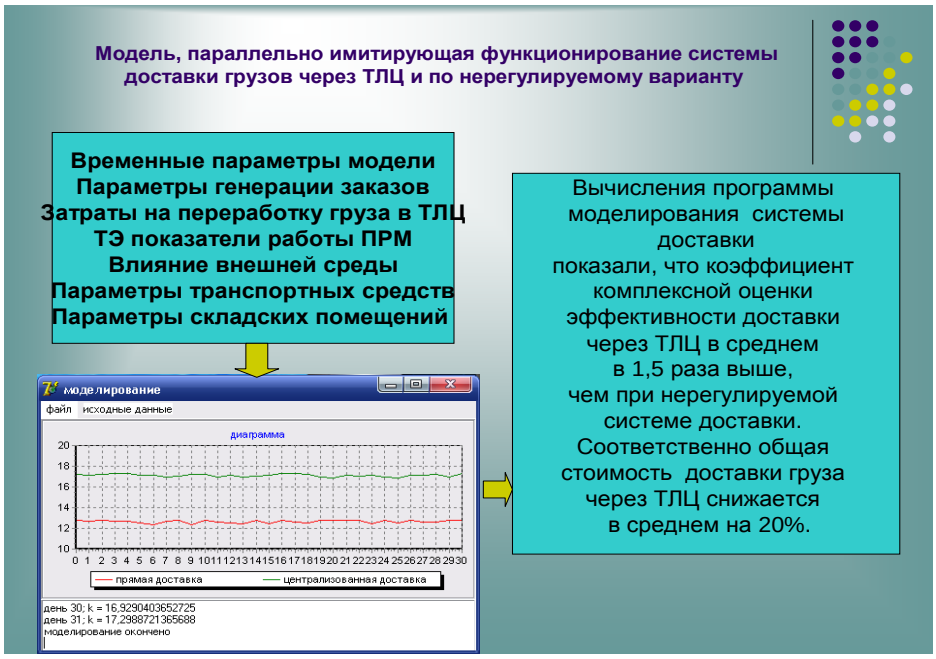


Рис. 1. Обобщенный коэффициент эффективности системы доставки СПГ через ТЛЦ и по нерегулируемому варианту

Результаты вычисления программы моделирования системы доставки показали, что коэффициент комплексной оценки эффективности доставки через РКРТЛЦ в среднем в 1,5 раза выше, чем при нерегулируемой системе доставки. Соответственно общая стоимость доставки СПГ через ТЛЦ снижается в среднем на 20% [2-9].

Вывод. Использование программы моделирования процесса доставки позволит значительно упростить выполнение математических расчетов, наглядно показать в динамике работу транспортной системы и подсистем холодильных терминалов ТЛЦ, оценить влияние параметров модели на конечный результат работы системы доставки, предоставить инструментарий комплексной оценки транспортной, демографической, промышленно-экономической ситуации в регионах для принятия решения о необходимости и оптимальном месте размещения ТЛЦ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Данные Агентства статистик РК, 2017 год Астана

[2] Мерганс Ю., Хофман В. Логистика предприятий в рыночном хозяйстве. – Берлин

[3] Porter, Michael E. B Competitive Advantage of. 1990.

[4] Мухаметжанова А.В., К вопросу об интегрированных логистических системах Республики Казахстан. //Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции «Политранспортные системы». – Новосибирск, 2009. – Т. 2. – С. 67-74.

[5] Мухаметжанова А.В., Избаирова А.С. Транспортно-логистические центры: проблемы и механизмы стимулирования развития. //Вестник НИИСТРОМПРОЕКТ. – Алматы, 2008. – Вып. 5-6 (17). – С. 74-82.

[6] Мухаметжанова А.В., Конкурентные преимущества транспортно-логистических центров в транспортной системе Республики Казахстан. //Вестник КазАТК им. М. Тынышпаева. – Алматы, 2009. – Вып. 1 (56). – С. 74-81.

[7] Мадера А.Г. Определение оптимального размещения логистических мощностей //Интегрированная логистика. – М., 2005. – № 3. – С. 12-15.

[8] Прокофьева Т.А., Лопаткин О.М. Логистика транспортно-распределительных систем: Региональный аспект. – М.: Рконсультант, 2003. – 400 с.

[9] Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Системный анализ в логистике: Учебник. – М.: Издательство «Экзамен», 2004. – 480 с.

Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Абибуллаев С.Ш., Алданазаров К.Т.

Көлік-логистикалық орталық арқылы тез бұзылатын жүктерді жеткізу моделін анықтау әдістемесі

Түйіндеме: Қазіргі уақытта әлемде көлік түрлерінің жұмысын жоспарлау және ұйымдастыру кезінде, сондай-ақ экономиканың барлық салаларында олардың өзара өзара іс-қимылы кезінде логистикалық тәсілдерді көбірек қолданады. Бұл үдерістерді ұйымдастыру және жүйелеу жүріп жатыр, ғылыми теориялық база пайда

болады, әдістемелік қамтамасыз ету, құрал-саймандар қалыптасады, логистикалық технологияларға, процестер мен операцияларға маманданған логистикалық құрылымдар пайда болады.

Кілт сөздер: тез бұзылатын жүктер, көліктік-логистикалық орталық, қойма процестерін модельдеу, клиентурамен жұмыс, қойма шаруашылығы

УДК 656.2

[1]V.A. Lakhno, [2]G.T. Yerkeldessova , [2]A.O. Oralbekova, [2]A.K. Abuova
([1]National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine
[2]Kazakh University Ways of Communications, Almaty, Kazakhstan
E-mail: gulzada888@mail.ru)

MODERN INNOVATIVE DIRECTIONS OF TRAIN TRAFFIC DISPATCHING AUTOMATION

Abstract. The article considers modern innovative areas of automation, dispatching of trains, including multi-agent models of scheduling the movement of railway transport on the basis of current navigation information.

Keywords: Automated Supervisory control system, supervisory control center, rail transport, data transfer, technology GPRS.

[1]В.А.Лахно, [2]Г.Т. Еркелдесова, [2]А.О. Оралбекова, [2]А.К. Абуова
([1]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г.Киев, Украина
[2]Казахский университет путей сообщения, г. Алматы, Казахстан
E-mail: gulzada888@mail.ru)

СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Аннотация. В статье рассмотрены современные инновационные направления автоматизации диспетчеризации движения поездов, в том числе для мультиагентной модели диспетчеризации движения железнодорожного транспорта на основе текущей навигационной информации.

Ключевые слова: Автоматизированная система диспетчерского управления, диспетчерский центр управления, железнодорожный транспорт, передача данных, технология GPRS.

Введение. Развитие системы диспетчерского управления на железных дорогах Казахстана, как и всего постсоветского пространства, в 80-90-е г. XX века, отвечало современным тенденциям организации эксплуатационной работы железных дорог мира. Однако с начала 90-х годов при отсутствии системных мероприятий по цифровизации ЖДТ в СНГ железные дороги Казахстана постепенно начали отставать по темпам развития систем диспетчеризации от ведущих железных дорог мира. В условиях развития информатизации и повышения скорости движения поездов (мирового тренда на внедрение ВСЖТ) большинство железных дорог мира начали значительные структурные и организационные изменения в своих системах диспетчерского управления в целях адаптации к современным требованиям реализации перевозочного процесса.

В начале XXI-го века на железных дорогах Казахстана автоматизация планирования перевозок приобрела достаточно высокий уровень развития (АСК ГП и АСУ ПП). Однако автоматизация диспетчеризации на уровне оперативного управления движением поездов в Казахстане остается достаточно фрагментированной и неразвитой. Процесс создания современных диспетчерских центров управления (ДЦУ) приобрел затяжной характер. Мало внимания уделяется внедрению современных систем диспетчерской централизации и контроля, базирующихся на последних поколениях систем связи и управления. Полностью отсутствует автоматический контроль движения ВСЖТ, что приводит к влиянию человеческого фактора на качество оценки точности движения ПС в соответствии с нормативным графиком движения.

Не автоматизированными остаются ряд этапов в процессах управления движением поездов, разработка нормативного графика движения поездов, анализ уровня выполнения нормативного графика движения поездов, с учетом причин задержек поездов и тому подобное.

В таких условиях поиск стратегий совершенствования диспетчеризации движения поездов в РК, которые дадут возможность в короткие сроки повысить эффективность управления перевозками, является актуальным и требует практического решения.

Можно привести основные факторы, побуждающие железнодорожные компании к автоматизации диспетчеризации движения поездов, а именно:

– развитие информатизации в конкурентных отраслях;
– значительное повышение скорости движения поездов;
– осуществление эксплуатационной работы на грани перегрузки существующей железнодорожной сети;
– требования к уменьшению операционных расходов для повышения энергоэффективности и производительности железнодорожных компаний;
– растущие требования к обеспечению безопасности движения;
– и др.

Цель статьи. Анализ современных направлений автоматизации диспетчеризации движения поездов для формулирования приоритетных задач по автоматизации диспетчеризации движения поездов на железных дорогах Казахстана

Основной материал статьи. Во всем мире система диспетчерского управления движением поездов в железнодорожной сети имеет иерархическую структуру в соответствии с функциональным назначением и топологией сети. Главной причиной появления иерархии в системе является ее сложность. Однако развитие информационно-коммуникационных технологий и элементной базы в настоящее время позволяет значительно упростить архитектуру АСДУ движением поездов [1].

На рисунке 1.1 приведены трансформации иерархической структуры системы диспетчерского управления движением поездов в условиях повышения скорости движения, внедрения современных средств передачи информации, цифровых оптоволоконных линий связи и тому подобное.



Рис. 1.1. Трансформация иерархической структуры системы диспетчерского управления движением в условиях повышения скорости движения поездов и внедрение современного уровня автоматизации

Согласно приведенной схеме на рис. 1.1, основным трендом в настоящее время является объединение функций диспетчеризации и удаленного контроля за движением поездов[2,3]. При таких условиях на всех железных дорогах мира можно наблюдать постепенный переход от трехуровневой системы диспетчерского управления к двухуровневой – это национальный и региональный уровни.

На железных дорогах большинства государств СНГ, и, в том числе, Казахстана в настоящее время функционирует четырехуровневая структура систем диспетчерского управления [4]: на национальном уровне диспетчеризацию осуществляют Департаменты управления движением; на региональном - службы перевозок, в пределах территориального деления которых функционируют Дирекции железнодорожных перевозок, которые в своей структуре имеют диспетчерский аппарат, в частности поездных диспетчеров, осуществляющих управление движением поездов на участках в пределах дирекций и станциях через дежурных по станции, которые реализуют диспетчеризацию на линейном уровне.

Однако опыт построения диспетчерских центров управления (ДЦУ) в региональных филиалах ряда Европейских государств (Литва, Украина, Польша и др.) позволяет считать возможным существование трехуровневой системы диспетчерского управления, которая предусматривает объединения на уровне службы перевозок в пределах ДЦУ всего диспетчерского аппарата дирекций по отдельным регионам.

По примеру таких стран, как Франция и Германия, возможна также трансформация пространственной структуры системы диспетчерского управления движением поездов [5].

Следует констатировать, что хотя топологии железнодорожных сетей этих стран разные, так, во Франции - моноцентрическая структура, а в Германии - полицентрическая, однако трансформация пространственной структуры системы диспетчерского управления движением происходит по одинаковому принципу - концентрация управления в рамках региональных подсетей на базе операционных центров.

Концепция региональных диспетчерских центров предусматривает соединение информационно-управляющих и других систем, а также концентрацию в одном месте - региональном диспетчерском центре - основных задач руководства эксплуатационным процессом, а именно: планирование, диспетчерское регулирование и оперативное управление [6].

Современные системы диспетчерского управления требуют реализации функций, выходящих за пределы основных задач отслеживания и управления движением поездов на линиях средней и малой загруженности (которые имеют относительно простые конфигурации).

Эти расширенные возможности включают в себя [7, 8]:

- повышение уровня автоматизации путем контроля крупных станций, имеющих более сложные конфигурации;
- увеличение плотности движения через управление группами поездов (специализированный трафик) и соблюдение заданных интервалов времени;
- прогнозирование и анализ сбоев следования поездов с возможностью поддержки принятия решений по корректировке движения поездов для уменьшения влияния задержек (автоматическая регулировка движения);
- быстрый информационный обмен по условиям движения между персоналом центров управления и поездами;
- улучшение таких информационных услуг, как автоматическое информирование пассажиров в реальном времени в соответствии с условиями движения.

В классической постановке диспетчеризации каждая подсистема управляется отдельно. Учитывая неэффективность такого подхода, в условиях повышение скорости движения поездов меняются требования, которые сосредоточены на интеграции управления всеми подсистемами железнодорожной инфраструктуры в едином пространстве (рисунок 1.2) [9].

По сути, происходит изменение парадигмы от системы управления движением поездов на станциях и линиях к интегрированной операционной системе, объединяющей управление всеми подсистемами инфраструктурного комплекса на железнодорожной подсети или сети в целом [10].

В условиях объединения функций управления меняются и требования к организации цифрового пространства в диспетчерском центре. Одним из примеров подобных изменений в условиях повышения скорости движения поездов является ДЦУ управляющих линий ж.д. Японии. При такой организации информационного обмена, все поездные диспетчеры, и руководство железной дороги базируются в одной зоне для быстрого принятия решений.

Диспетчеры и менеджмент ЖДТ имеют доступ к автоматизированным рабочим местам диспетчеров служб по контролю исправности ПС (в том числе ВСЖТ), инфраструктуры, энергоснабжения, контроля метеоусловий (предупреждение на линии возникают, например, из-за сильного ветра, землетрясений и т.д.) [10].

По такому же принципу организуется пространство помещений диспетчерских центров на национальном и региональном уровнях на железных дорогах Франции и Германии.

В условиях реформирования ЖДТ по модели вертикального разделения, предусматривающий разделение функций управления инфраструктурой и осуществления эксплуатационной деятельности, особенно важным является построение информационных систем, предусматривающей качественный контроль движения поездов в соответствии с нормативным графиком их движения, в частности на базе мультиагентных систем.

В таких условиях в ряде государств ЕС внедряется новый подход к автоматизации диспетчерского управления движением поездов. Данная парадигма основана на применении новых АСДУ, которые позволяют объединять в одном информационном поле задачи по корректировке и оперативному сопровождению графиков движения поездов, планированию обслуживания и ремонта инфраструктуры, анализу и принятию решений в условиях сбоев в графиках движения. В таких программных комплексах возможно в реальном времени реализовывать непрерывное сравнение фактических данных о движении поездов с плановым графиком, а при отклонениях от него фиксировать продолжительность отклонения для возможности автоматического расчета корректив или для начисления штрафов за сбои во время движения поезда в соответствии с действующими контрактами на движение поезда по установленным параметрам нити графика.

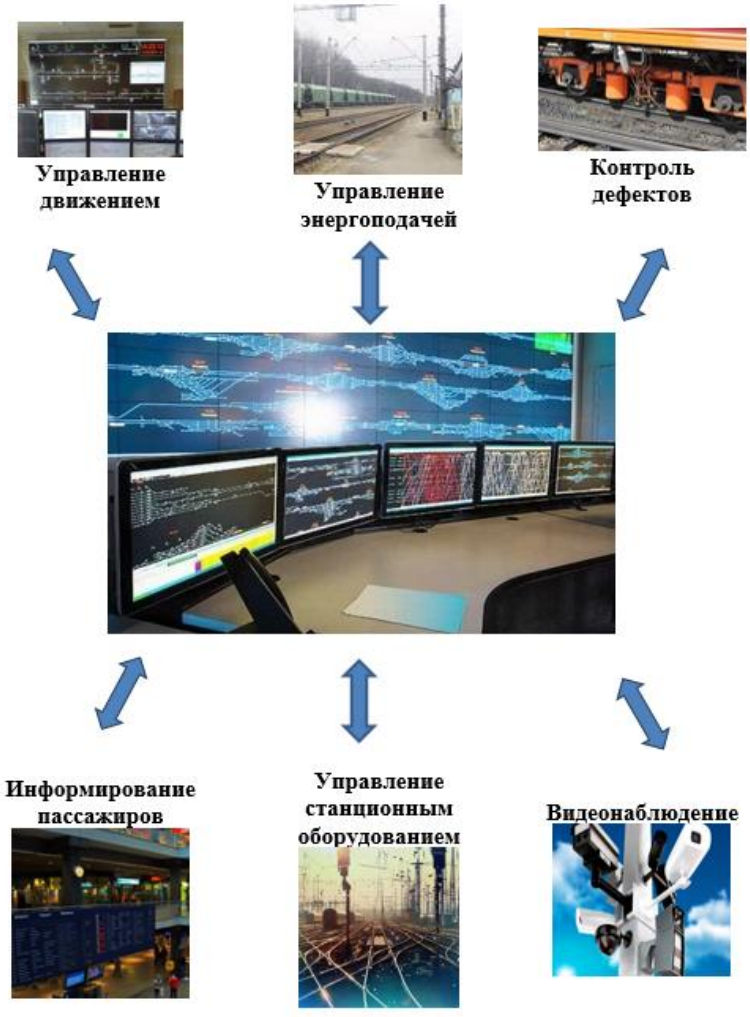


Рис. 1.2. Трансформация системы диспетчерского управления в интегрированные интеллектуальные транспортные системы управления(Integrated Intelligent Transport Management System)

Для примера на рисунке 1.3 представлена иерархическая схема взаимодействия IT-инструментов для автоматизации диспетчеризации на железных дорогах Франции [11].

Важно отметить концепцию применения всех имеющихся инструментов на различных иерархических уровнях системы диспетчеризации с выбранными функциями для решения соответствующих задач.

Одной из важных баз данных для реализации качественной диспетчеризации является календарная база нормативных графиков движения поездов. Эта база является основой для сопоставления фактического времени движения поездов с нормативными. Это позволяет оперативно определять отклонения в движении, а также создать качественную обратную связь в системе управления.



Рис. 1.3. Иерархическая схема взаимодействия IT-инструментов и баз данных для автоматизации диспетчеризации на железных дорогах Франции

Выводы. Согласно результатам проведенного анализа, выполненного выше, можно сформулировать приоритетные задачи по автоматизации диспетчеризации движения поездов на железных дорогах Казахстана:

– для построения качественной обратной связи в АСДУ, первоочередной задачей является создание технических возможностей для автоматического ведения графика движения на основе съема информации о координатах поезда по пути следования с помощью системы глобального позиционирования GPS или ГЛОНАСС;

– реализация функций анализа движения поездов (создание календарной базы нормативных графиков движения поездов);

– создание ИТ-инструментов для реализации возможности использования на различных иерархических уровнях автоматизированной системы диспетчеризации с учетом функций, объединяющих управление всеми подсистемами железнодорожной инфраструктуры;

– переход к графическим интерфейсам пользователя для всех ДЦУ, а также визуализация железнодорожных карт и т.д.;

– разработка мультиагентных систем диспетчеризации движения железнодорожного транспорта на основе текущей навигационной информации;

– увеличение пропускной способности каналов GPRS для передачи данных, которые используются при реализации АСДУ;

– и другие задачи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Efficient rail transport with the Vicos OC operations control system family: Cost-effective operations management [Text] // Siemens AG Industry Sector Mobility Division P.O. Box 3327D-38023 Braunschweig, Germany. – 16 p.

[2] Panchenko, S. Improvement of the accuracy of determining movement parameters of cuts on classification humps by methods of video analysis [Text] / S. Panchenko, I. Siroklin, A. Lapko, A. Kameniev, S. Zmii // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 4(3). – P. 25-30.

[3] Долгополов, П. В. Совершенствование диспетчерского управления на участке в условиях скоростного движения [Текст] / П. В. Долгополов, Р. В. Чикаров // Сб. наук. работ Укр. гос. унив. железнод. трансп. - Харьков: УкрДУЗТ, 2015 - Вып. 154. - С. 53-57.

[4] Совершенствование системы диспетчерского управления движением на железных дорогах Украины [Текст] / В. С. Алейник, А. П. Бочаров, Д. В. Ломотько, С. И. Приходько // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 2014. - № 1. - С. 3-8.

[5] Garde, A. Le Centre National des OpérationsFerroviaires de la SNCF [Text] / Garde Alain // Revue Générale des Chemins de Fer. – 2010. – Vol. 2. – P. 4-14.

[6] Jousset Jean-Marc, Systèmed'information et gestion des circulations ferroviaires, in Revue Générale des Chemins de Fer. – 2004. – Vol. 12. – P. 11-23.

[7] Gunnika Isaksson-Lutteman Future Train Traffic Control. Development and deployment of new principles and systems in train traffic control [Text] / Dissertation for the degree of Licentiate Printed by the Department of Information Technology, Uppsala University, Swedn, 2012. – 130 p.

[8] Nakamura, H. How to Deal with Revolutions in Train Control Systems [Text] / Hideo Nakamura // Engineering. – 2016. –Volume 2. – Issue 3. – P. 380-386.

[9] Automatic railways traffic management in high speed lines [Text] / Francisco José de la Vega, A. Berrios, Luis Díez, Jose Miguel Rubio// 2008. – 10 p.

[10] Transportation Engineering 1st Edition: Theory, Practice and Modeling [Text] / DusanTeodorovic, Milan Janic. Butterworth-Heinemann, 2016. – 900 p.

[11] Royer Christophe et Chezrouse Bernard, L'exploitationferroviaire: les contraintes du système et la performance des hommes, in Revue Générale des Chemins de Fer, n 162, juin 2007, P. 35-42

Лахно В.А., Еркелдесова Г.Т., Оралбекова А.О., Абуова А.К.,

Пойыз қозғалысын диспетчерлендірудің заманауи инновациялық бағыттары

Андатпа. Мақалада ағымдағы навигациялық ақпарат негізінде теміржол көлігінің қозғалысын диспетчерлендірудің мультиагенттік моделі үшін пойыз қозғалысын автоматтандырудың қазіргі инновациялық бағыттары қарастырылған.

Түйінді сөздер: диспетчерлік басқарудың автоматтандырылған жүйесі, диспетчерлік басқару орталығы, теміржол көлігі, деректерді беру, GPRS технологиясы.

УДК 633.31/37.366

S.K. Kurbaniyazov, B.D. Allashow, B.S. Abdrasilov, I.O. Aimbetov, G.B. Toychibekova, M.B. Kalmaganbetov

THE STUDY OF JOINT SOWING OF WHITE CLOVER WITH CEREAL COMPONENTS AND OAT VARIETIES "UZBEK LATIFOLIA»

Annotation. The article presents the results of the study of productivity and other economically valuable features of white melon with cereal components and oats of the variety "Uzbek broadleaf". The technology of combined sowing of white melon with cereal components was developed. The data on seed held primary jobs of oats cultivar "Uzbek latifolia" in the experimental field of the Scientific research Institute livestock and poultry production and scientific-

production complex "Botanic garden" IKTU named H. A. Yasavi. As a result of preliminary studies of oat varieties "Uzbek broadleaf" created jointly by scientists of the institutions of the two countries zoned in all regions of the Republic of Uzbekistan and Kazakhstan.

Key words: intermediate crops, white sweet clover, oats, variety, primary seed production, fodder unit, combined crops.

[1]С.К. Курбаниязов, [2]Б.Д. Аллашов, [1]Б.С. Абдрасилов, [1]И.О. Аймбетова, [1]Г. Тойчибекова, [3]М.Б. Калмаганбетов

([1]Международный казахско-турецский университет имени Х.А.Ясави,
Республика Казахстан г.Туркестан. saken_geo@mail.ru
[2]Научно-исследовательский институт животноводства и птицеводства,
Ташкентской области, Республика Узбекистан.
[3]Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормоводства,
Республика Казахстан, г.Алматы)

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕШЕННОГО ПОСЕВА ДОННИКА БЕЛОГО СО ЗЛАКОВЫМИ КОМПОНЕНТАМИ И ОВСА СОРТА «УЗБЕКСКИЙ ШИРОКОЛИСТНЫЙ»

Аннотация. В статье представлены результаты исследования урожайности и другие хозяйственно-ценные признаки донника белого со злаковыми компонентами и овса сорта «Узбекский широколистный». Разработана технология совмещенного посева донника белого со злаковыми компонентами. Приведены данные о проведенных первичных семеноводческих работах овса сорта «Узбекский широколистный» на опытном поле Научно-исследовательского института животноводства и птицеводства и научно-производственном комплекс «Ботанический сад» МКТУ имени Х.А.Ясави. В результате предварительных иссследований сорта овса «Узбекский широколистный» создан совместно учеными институтов двух стран районирован по всем областям Республики Узбекистана и Казахстана.

Ключевые слова: промежуточные культуры, донник белый, овес, сорт, первичное семеноводство, кормовая единица, совмещенные посевы.

Для развития животноводства важную роль играет укрепление кормовой базы. До настоящего времени в Узбекистане одной из основной кормовой и севооборотной культурой являлась люцерна, которая благодаря своей мощной корневой системой проникает в глубокие почвенные горизонты и накапливает в процессе жизнедеятельности большое количество органических веществ, способствуя улучшению физико-механических свойств почвы [1]. В качестве альтернативной культуры в свое время было начато изучение культуры донника белого (Melilotus albus Desr). Как люцерна и клевер эта культура предположительно происходит из Западной Азии и близко примыкает к роду Medicago (люцерна) с одной стороны и к роду Trifoleum (клевер) с другой. Донник белый имеет много названий, в том числе «Bokhara melilot» (Бухарский мелилот) и «Bokhara clover» (Бухарский клевер) подтверждающие его происхождение из Азии [2]. На узбекском языке он называется «Кашкарбеда» (люцерна Кашгарская). В отличие от лекарственного донника желтого донник белый является ценной кормовой культурой, лучше люцерны чувствует себя в условиях водного дефицита и на почвах подверженных засолению. Белый донник является перспективным растением в животноводстве и земледелии. Донник вегетирует 2 года и может быть использован в коротко-ротационных севооборотах [2]. Результаты исследований зарубежных ученых по выращиванию донника белого в совместных посевах со злаковыми культурами указывают на их высокую производительность и качество. Например, такие опыты были проведены в России. Вопрос выращивания донника белого в совместных посевах со злаковыми однолетними культурами в условиях Правобережной Лесостепи не раскрыто и требует изучения. Также нет данных о влиянии норм высева донника белого и не определены оптимальные нормы минерального питания для получения максимальной производительности и качества корма.

Кроме того, овес считается важной кормовой культурой, который имеет важное фуражное значение [3]. Овес очень ценится в кормлении лошадей, племенных производителей и молодняка сельскохозяйственных животных любых видов. Питательность кормового овса составляет одну кормовую единицу. Именно с ним сравнивают питательную ценность всех остальных имеющихся кормов. Он содержит в себе 0,7% протеина, 4,1% жира , 9,9% клетчатки [4-6]. Также в нем присутствует определенный процент фосфора и кальция. Овес также ценен в получении зеленой массы, поэтому широко распространен при выращивании смесей и чистых посевов [7-9]. У этого растения имеется

придаточный и мочковатый корень. На прямом, с плотными узлами стебле располагаются линейные листья зелёного окраса, шероховатые, находящиеся в очередном положении. На верхушке стебля находится колос, собранный в метелку, состоящий из 2–4 цветков. Цветки овса мелкие и обоеполые. Плод растения – маленькая зерновка, которая окружена чешуйками.

Овёс влаголюбив, холодостоек и менее требователен к почве, чем другие хлебные злаки (кроме ржи). Семена начинают прорастать при температуре -2-3 °С, всходы выдерживают заморозки до −4−5 °С [7].

Сорт «Кибрай» белого донника (Кашкарбеда) выведен учеными Научно-исследовательского института животноводства и птицеводства и включен в Реестр 2009 года. Авторами сорта являются С.М.Ахмедова, И.В.Массино, Г.К.Курбанов. Донник белый (Кашкарбеда) – Melilotus albus Mecdir – 2-х летнее растение. Корневая система сильно развита, с большим количеством клубеньков, углубляется на 150-200 см и более, хорошо использует влагу и усваивает труднорастворимые соединения нижних горизонтов и после запашки увеличивает в пахотном горизонте полезные минеральные вещества.

Донник белый очень выгоден и в животноводстве, и в земледелии, потому что он устойчив к засухе, засолению и зимним морозам, а также обогащает почву азотом.

Высота растения 150-200 см. Листья тройчатые, средней величины, средне пушистые. Цветки белые перекрестноопыляемые, хорошо посещаются пчелами. Бобы мелкие, односемянные. Семена мелкие, желтого цвета, масса 1000 штук семян составляет 1,5-2,0 грамма.

Урожайность зеленой массы составляет 420-450 ц/га. В 1 кг зеленой массе существует 17-25 г протеина и 0,16-0,20 кормовых единиц.

Сорт овса «Узбекский широколистный» был создан учеными Научно-исследовательского института животноводства и птицеводства совместно с учеными Научно-исследовательского института растениеводства из коллекции Научно-исследовательского института растениеводства Австралийского образца путем многоразового индоотбора широколистных форм [8,9].

Сорт относиться к поколению Avena sativa Z., виду пугнакс. Вегетационный период при весенном посеве составляет 102-107 дней, при осеннем 190-195 дней. Стебли прямостоячие, высота растений 130-150 см, листья широкие. Зерна коричневого цвета, вес 1000 штук семян 25-30 гр.

Опыты проводились на полях Научно-исследовательского института животноводства и птицеводства. Опытный участок находится в Ташкентской области, Кибрайского района, в 15 км от города Ташкента, на высоте 400 м над уровнем моря. Почва опытного участка орошаемая, сероземная, с тяжелым механическим составом. Грунтовые воды находятся в 2,0-2,5 м глубины земли. Климат участка: лето жаркое, сухое, зима более прохладная, ранневесенние заморозки приходятся на 25-30 марта, осенние заморозки приходятся на 18-25 октября. Опыты проводились по методике “Методы получения суперэлитных и элитных семян зерновых и бобовых культур” (1982).

В 2017 году был создан питомник по размножению семян, также были проведены полевые просмотры по сортовым показателям. Средний показатель однородности был равен 97,8 % (таблица 1).

При полевых просмотрах по диагонали в поле в трех местах взяли три образца растении и были проанализированы.

Как видно из таблицы 1, в первом образце - 98,4 %, во втором образце - 97,4 %, и в третьем - 97,8 %. Средний показатель равен 97,8 %. Ни в одном образце не встречались карантинные растения и растения, поврежденные болезнями и вредителями.

Таблица 1. **Результаты полевого просмотра у сорта овса «Узбекский широколистный»**

Номер образца	Основной сорт		Коли-чество сорто смесей		Количество недоразвитых стеблей	Трудно-отделяю-щие растения		Трудно-отделяю-щие сорняки		Карантинные растения		Растения поврежденные болезнями и вредителями	
	Кол-во развитых стеблей	%	Кол-во	%		Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
1	1505	98,4	17	1,1	8	3	0,2	5	0,3	0	0	0	0
2	1508	97,4	26	1,7	9	6	0,4	8	0,5	0	0	0	0
3	1503	97,7	25	1,6	5	5	0,3	6	0,4	0	0	0	0
Сред.	1505,3	97,8	22,7	1,5	7,3	4,7	0,3	6,3	0,4	0	0	0	0

В 2018 г. на опытных полях института запланирована закладка опыта по разработке эффективного варианта совмещенного посева донника белого со злаковыми компонентами (рисунок 1). В качестве злаковых компонентов участвуют сорт овса «Узбекский широколистный», сорт тритикале «Праг серебристый» и сорт ржи «Вахшская-116». По каждым этим сортам закладывается опыт 3-х вариантов с 4-х повторностью. Будут изучены урожайность и другие хозяйственно-ценные признаки. В конечном результате будет разработана технология совмещенного посева донника белого со злаковыми компонентами.



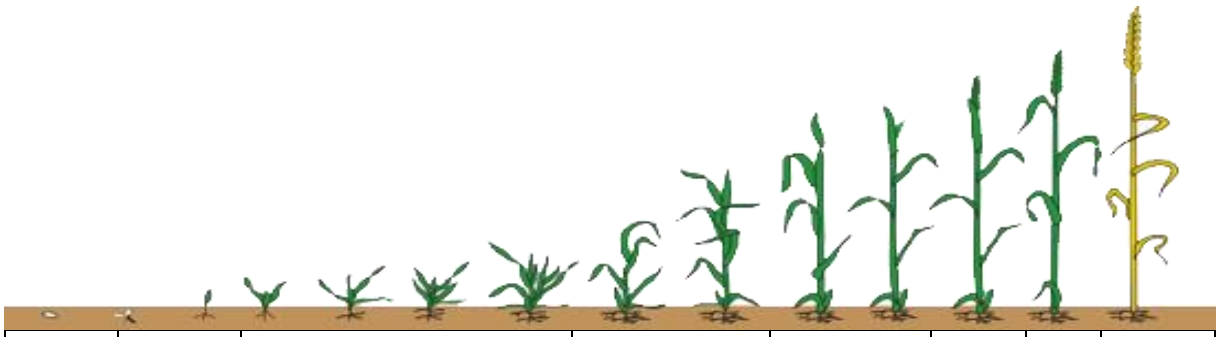
Рис. 1. Питомник размножения семян у сорта овса «Узбекский широколистный»

Также изучены показатели высоты растений (таблица 2). По изученным данным видно, что растения были от 90 до 150 см, и размещались в 6 классах. Средний показатель у них был равен на 122,5 см, коэффициент вариации составлял 12,2 %.

Проведены фенологические наблюдения в питомнике размножения семян сорта овса «Узбекский широколистный» (рисунок 2).

Таблица 2. **Показатели высоты растений сорта овса «Узбекский широколистный»**

Сорт овса	k=10 см						n	*X*±*Sx*	*Cv* %
	90-100	101-110	111-120	121-130	131-140	141-150			
Узбекский широколистный	43	62	115	112	89	79	500	122,5±0,6	12,2



Посев	Всходы	Появление настоящих листьев, кущение	Выход в трубку (стеблевание)	Колошение	Цветение	Молочно-восковая спелость	Полная спелость
10.11.2016	15.11. 2016	20.03.2017	12.04.2017	18.05. 2017	24. 05. 2017	10.06.	25.06.2017

Рис. 2. Проведенные фенологические наблюдения у сорта овса «Узбекский широколистный»

Посевы были проведены 10.11.2016 года. Всходы получали 15.11.2016 г. Фазы развития были в нижеследующем порядке: кущение 20.03.2017 г., выход в трубку 12.04.2017 г., колощение 18.05.2017 г., цветение 24.05.2017 г., молочно-восковая спелость 10.06.2017 г. и польная спелость 25.06.2017 г.

В 2017 году было получено 15,2 тонны элитных семян сорта «Узбекский широколистный». Полученные элитные семена были реализованы фермерским хозяйствам семеноводческого направления.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рыбашлыкова Л.П. Жаро- и засухоустойчивость лекарственных растений в условиях Северного Прикаспия.// «Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса» №1 (26). 2016 г. с.23-28.

[2] 2. И.В.Массино, С.М.Ахмедова “Агротехника донника белого в условиях орошения”. Материалы международной конференции. Ташкент 2007, с 253-255.

[3] Гайбуллаев Р. Сифатли уруғ –мўл ҳосил гарови//Ж. «Агро илм» 2,10, 2009, Ташкент. с. 17.

[4] Гриценко В.В., Калошина З.М. Семеноведение полевых культур. / «Колос» 1984, с. 270.

[5] Рыбалченко С.В. Формирование запрограммированных урожаев овса в посевах разной густоты в условиях северной части Центрального района России. //Автореф. дисс. на соиск. уч..степени канд.с.-х. наук. Тверь: 2007. с.21.

[6] Смиловенко Л. А. Семеноводство с основами селекции полевых культур: Учебное пособие – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 240 с.

[7] Фирсов И.П. Технология производства продукции растениеводства. М.: Агропромиздат, 1989. – 432 с.

[8] Циков В.С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. – Днепропетровск: «Зоря», 2003. –296 с.

[9] Никляев В.С. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство. – М.: Былина, 2000. – 555 с.

Абдрасилов Б.С., Аллашов Б.Д., Курбаниязов С.К., Аймбетова И.О., Эндер Сайын.

«Өзбек кең жапырақты» сұлы сорты мен астық тұқымдастары бар ақ түйе жоңышқаны бірлесіп себу технологиясын зерттеу

Түйіндеме. Мақалада "Өзбек кең жапырақты" сұлы сорты мен дәнді компоненті бар ақ түйежоңышқасының шығымдылығын зерттеу нәтижелері және басқа да шаруашылық-құнды белгілері берілген. Астық тұқымдастары бар ақ донорды бірлесіп себу технологиясы әзірленді. Мал шаруашылығы және құс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының тәжірибелік алаңында "Өзбек кең жапырақты" сорты сұлы сортының алғашқы тұқым шаруашылығы жұмыстары және Х. А. Яссауи атындағы ХҚТУ "Ботаникалық бақ" ғылыми-өндірістік кешені туралы деректер келтірілген. "Өзбек кең жапырақты" сұлы сортын алдын ала зерттеу нәтижесінде екі ел институттарының ғалымдарымен бірге Өзбекстан Республикасы мен Қазақстанның барлық облыстары бойынша аудандастырылғандығы туралы мәліметтер берілген.

Кілт сөздер: аралық дақылдар, ақ түйежоңышқа, сұлы, сорт, алғашқы тұқым шаруашылығы, жемшөп бірлігі, біріктірілген егістер.

УДК 633.1:631.531.02

S.K. Kurbaniyazov, B.D. Allashow, B.S. Abdrasilov, I.O. Aimbetov, G.B. Toychibekova, M.B. Kalmaganbetov

STUDY OF HOMOGENEITY AND MELIORATIVNOE SORGHUM

Annotation. The article deals with seed sorghum in Kazakhstan and Uzbekistan, as well as work on the removal of different varieties of grain sorghum and sugar direction; experiments on varietal agricultural techniques allow to determine the yield potential of the varieties. The results of the research of primary seed joint works of sorghum "Uzbekistan-18" on the experimental field of the Research Institute of animal husbandry, poultry and fish farming in Tashkent and Training and production complexes "Botanical garden" of the M. A. Yasavi IKTU are presented. Sorghum variety "Uzbekistan-18" was created by scientists of this Institute and zoned in all regions of the Republic of Uzbekistan. The article presents the physico-chemical and agronomic characteristics of the considered variety, the average plant height in the variety "Uzbekistan-18", which amounted to more than 278.3 cm, the coefficient of variation of 4.3 %.

Key words: sorghum, variety, primary seed production, salt tolerance, seed nursery.

[1]С.К. Курбаниязов, [2]Б.Д. Аллашов, [1]Б.С. Абдрасилов, [1]И.О. Аймбетова ,
[1]Г. Тойчибекова [3]М.Б. Калмаганбетов
([1] Международный казахско-турецский университет имени Х.А.Ясави,
Республика Казахстан г.Туркестан. saken_geo@mail.ru
[2]Научно-исследовательский институт животноводства и птицеводства,
Ташкентской области, Республика Узбекистан.
[3]Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормоводства,
Республика Казахстан, г.Алматы)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОРОДНОСТИ И МЕЛИОРАТИВНОСТИ СОРТОВ СОРГО

Аннотация. В статье рассмотрены семеноводство сорга в Казахстане и Узбекистане, а также работы по выведению различных по назначению сортов сорго зернового и сахарного направления; опыты по сортовой агротехнике позволяют определять урожайной потенциал выведенных сортов. Приведены результаты проведенных исследований первичных семеноводческих совместных работ сорго сорта «Узбекистон-18» на опытном поле Научно-исследовательского института животноводства, птицеводства и рыбоводства в г.Ташкенте и Учебно – производственных комплексах «Ботанического сада» МКТУ имени Х.А.Ясави. Сорт сорго «Узбекистон-18» был создан учеными этого института и районирован по всем областям Республики Узбекистан. В статье представлены физико-химические и агрономические характеристики рассматриваемого сорта, были определены средние показатели по высоте растений у сорта «Узбекистон-18», которые составляли более 278,3 см, коэффициент вариации 4,3 %.

Ключевые слова: сорго, сорт, первичное семеноводство, солеустойчивость, питомник семеноводства.

Для развития отрасли животноводства играет огромную роль укрепление кормовой базы. Высокий урожай кормовых культур получают на орошаемых и незасоленных почвах, но эти площади ограничены и при этом они постепенно сокращаются из-за строительства новых дорог, предприятий, расширения жилых посёлков.

На засолённых почвах кукуруза дает 3-4 раза меньше урожая, чем на незасоленных почвах, а сорго 1,5-2 раза меньше [1,2]. В условиях Узбекистана наряду с кукурузой исключительно перспективной культурой является сорго (джугара). Эта культура солевыносливая и засухоустойчивая и может успешно выращиваться в ряде районов Республики с близкими грунтовыми водами, на слабозасоленных почвах и на богаре. Сорго является ценной зерновой, кормовой, технической и агротехнической культурой [3].

Как кормовую культуру, сорго возделывают на силос, зеленый корм, сено и в качестве пастбищного растения [1]. Зерно сорго используется в целом, дробленном или размолотом виде на корм птицам и различным сельскохозяйственным животным. По питательности и переваримости оно мало чем отличается от зерна кукурузы и превосходит кукурузу и ячмень по количеству перевариваемого белка, но уступает им по количеству жира.

В мировом земледелии очень большое значение имеет культура сорго. Её можно использовать в пищевой и кондитерской промышленности для производства крупы, сахара и биоэтанола, а в животноводстве для производства сочных и зеленых кормов.

Эта культура отличается жаровыносливостью, засухоустойчивостью и солеустойчивостью. Листья её покрыты более плотным эпидермисом, чем у кукурузы. Высокая засухоустойчивость сорго объясняется способностью его листьев к энергичной ассимиляции и наличием мощной корневой системы, которая способна использовать влагу почвы, недоступную другим зерновым культурам.

Принадлежа, как и кукуруза, к растениям с С-4 типом углеводного метаболизма, сорго благодаря восковидному белому налету на стеблях и листьях, лучше противостоит перегреву растений и более экономно расходует влагу.

По данным К. Асророва [4], растения сорго осуществляли продуктивный фотосинтез при температуре 440С, в то время как растения кукурузы прекращали его при 360 С.

Культура сорго известна на территории Узбекистана более 25 веков и не случайно Хивинский оазис нашей Республики называют второй родиной сорго.

Народной селекцией в Казахстана и Узбекистана были созданы такие известные стародавние сорта как Чилляки, Маткаир, Олты-ойлик и другие, отличающиеся разной степенью спелости и урожайности. Эти сорта принадлежат к разновидности Sorghum cernum Host. и имеют поникшую крупную белую метелку с белым зерном, которое широко использовалось в пищу местным населениям.

В НИИ животноводства и птицеводства (Узбекистан) из местных сортов были выведены высокоурожайные зерновые сорта Узбекистан-5, Узбекистан-18, Карлик Узбекистана, Ташкентское белозерное с урожайностью зерна до 8 т с гектара [5]. Зерно этих сортов отличалось высоким качеством получаемой крупы [6].

Сорт Карлик Узбекистана является единственным низкорослым сортом, который можно убирать прямым комбайнированием. Опытами по сортовой агротехнике этого сорта удалось определить оптимальную густоту стояния растений (190,4 тыс/га), при которой урожай зерна составлял 9,4 – 10,0 т/га [4].

В 90-х годах прошлого века в одном из московских технологических институтов на конкурсной основе проводили испытания зерна различных сортов сорго разного географического происхождения (Молдавия, Россия, Узбекистан) в качестве сырья для приготовления крупы. Оказалось, что наилучшими показателями по выходу крупы (72%), белизне и прочим качествам отличался наш сорт Карлик Узбекистана. Изучение химического состава зерна и крупы сорго показало преимущество местных сортов по содержанию витаминов группы В (особенно никотиновой кислоты) по сравнению с зерном инорайонных сортообразцов, испытывавшихся одновременно [7].

В производстве зеленых кормов и силоса большое значение имеют сорта сахарного типа. В НИИ животноводства и птицеводства методом гибридизации отдаленных эколого – географических форм Африканское бурое (К-1814) и местного сорта джугары Олти-ойлик, с дальнейшим отбором из гибридного потомства растений с мощным сочным и сахаристым стеблем и прямостоячей белозерной метелкой был выведен сорт Узбекистан 18 с урожайностью до 100 т/га зеленой массы, длиной вегетации 145 дней и сахаристостью сока стеблей до 18 % [8].

В опытах по получению планируемых урожаев этого сорта в условиях Республики Каракалпакстан при густоте стояния 125 тыс растений на га, внесении N340 P260 и режиме орошения 80-85-80 % был получен урожай 85,8 т/га сырой массы, 31,1 т/га сухой биомассы [5].

В НИС по кукурузе (Узбекистан) путем многократного отбора из сорта Красный янтарь был выведен скороспелый сорт сахарного сорго Корабош, районированный в 2012 г.Листья и стебли сорго менее грубы, чем у кукурузы и поэтому лучше поедаются животными. При скашивании в зеленом виде сорго дает высококачественный зеленый корм, а при высушивании – сено [9].

Известно, что в качестве зернового хлебного растения сорго широко используется в Индии, Китае, Сирии и во многих других странах. В качестве зернового хлебного растения сорго используется в Хорезме и Каракалпакии. В районах наибольшего распространения этой культуры муку сорго смешивают с пшеничной, добавляя к последней 30-50%. Полученный хлеб приятен на вкус, напоминает ржано-пшеничный и полезный. В этих районах применяют сорго и для изготовления особого местного блюда «гуджа» (сорго с кислым молоком) [10].

Приготовленный из сорго силос более питателен, чем кукурузный. При полной спелости зерна стебли сорго остаются зелеными и их также можно использовать на силос. У кукурузы же стебли при полной спелости зерна становятся сухими и из них, даже внесение различных добавок, получается силос низкого качества. Сорго после скашивания хорошо отрастает и дает два, а иногда три укоса, чем и обуславливается получение большого количества зеленой массы и в качестве пастбищного корма.

В стеблях сахарного сорго содержится 10 – 12% тростникового сахара и 1,5-2% глюкозы, которые идут на изготовление патоки, применяющейся в консервной промышленности.

Сорго имеет агротехническое значение, которое обусловлено его значительной засухоустойчивостью, солее устойчивостью, высокой урожайностью зерна, зеленой массы, возможностью возделывать его в качестве пожнивной культуры, способностью к отрастанию после укоса зеленых стеблей. Как пропашная культура сорго способствует очищению почвы от сорняков.

В условиях Узбекистана сорго имеет мелиоративное значение. При возделывании за зеленый корм в виде гауша (загущенный посев), благодаря своей мощной корневой системе оно уменьшает испарение с поверхности почвы, выноса соли вместе с зелёной массой, примерно 600 кг соли с одного гектара засолённой почвы.

В Узбекистане посевы сорго сосредоточены в основном в тех областях, где имеется большое количество засолённых почв, на которых сорго растет лучше, чем многие другие культуры.

Наибольшие площади сорго занимает в Каракалпакистане, в Хорезмской и Бухарской областях. Сорго в этих районах возделывают преимущественно на поливных засолённых землях в качестве основной или повторной культурой [11].

Сорго отличается теплолюбивостью, очень высокой засухо- и солеустойчивостью, легко приспосабливается к различным почвам. Целесообразно возделывать сорго в засушливых и полузасушливых регионах.

Родина сорго - Северо-Восточная Африка: Эфиопия и Судан. В культуре наиболее распространены виды: Сорго. обыкновенное (S. vulgare), джугара (S. sernuum), дурра (S. durra), гаолян (S. japonicum), сорго кафрское (S. caffrorum), сорго хвостатое (S. caudatum), дохна (S. dochna) - зерновое сорго; сорго сахарное (S. saccharatum), веничное, или метельчатое (S. technicum), суданская трава (S. sudanense) [12].

Оптимальная температура для вегетации растения составляет +20…+30 °С. Весенние заморозки могут полностью уничтожить или значительно изредить посевы, поэтому не стоит торопиться со сроками посева. Семена сорго начинают прорастать при температуре +10+12 °С. За сутки до посева их следует замочить, а затем слегка проветрить. Один из важных приемов агротехники сорго - оптимальная глубина заделки семян на 5-6 см. Способ посева: широкорядный (междурядья 60-70 см). Семена у сорго очень мелкие, поэтому их нельзя заделывать глубоко - снижается полевая всхожесть, а появившиеся всходы получаются ослабленными. При благоприятных условиях (оптимальная температура воздуха и влажность почвы) всходы появляются через 6-8 дней после посева. Затем 25-30 дней наземная часть растений развивается очень медленно, и в этот период они угнетаются быстрорастущими сорняками (щирицей, лебедой и др.). Поэтому посевы необходимо пропалывать и одновременно прореживать, т.к. загущенные растения могут не сформировать метелку. Уход за посевами: прополка и рыхление почвы. За вегетационный период необходимо рыхлить почву не менее трех раз.

При выведении сорта сорго с заданными качествами получаемого корма в гибридизации были использованы отдалённые эколого-географические формы- Африканское бурое (К-1814) и местный сорт (джугары) Олти-ойлик (S.cernuum Н.). После скрещивания исходных родительских форм, проведены отборы из гибридного потомства с мощным сочным и сахаристым стеблем и прямостоячей белозерной метёлкой. Высота растений составляет от 250-300 см до 300-350 см, число листьев на 1 растений 16-18 штук. Средний урожайность зерна составляет 65-70 ц/га, урожайность зеленой массы 900-1000 ц /га.

Опыты проводились на полях Научно-исследовательского института животноводства и птицеводства. Опытный участок находится в Ташкенстком вилаяте, Кибрайском районе, 15 км дальности от города Ташкента, на высоте 400 м над уровнем моря. Почва участки орошаемый, сероземный, с тяжелым механическим составом. Грунтовые воды находится на глубине 2,0-2,5 м. Климат участка: лето жаркое, сухое, зима более прохладная, ранневесенние заморозки приходит 25-30 марта, осенние заморозки приходит 18-25 октября. Опыты проводились по методике “Методы получения суперэлитных и элитных семян зерновых и бобовых культур” (1982).

На опытном участке был создан питомник отбора сорта сорго «Узбекистон-18». Были проведены фенологические наблюдения. Были проведены полевые просмотры. При полевых просмотрах изучены однородность сорта, и этот показатель составлял 98 процентов. Отобраны 2000 индоотборов. При изучении высоты растений встречались растения от 2,5 м до 3,0 м (таблица 1).

Таблица 1. **Показатели по высоте растений у сорта сорго “Узбекистан-18”**

Сорт	k=10					n	*X*±*Sx*	δ	*Cv* %
	250-260	261-270	271-280	281-290	291-300				
Узбекистан-18	7	19	29	24	21	100	278,3±1,2	12,1	4,3

Средний показатель по высоте растений у сорта «Узбекистон-18» был 278,3 см, коэффициент вариации был 4,3 %.

Подготовлены 200 кг суперэлитных семян сорта «Узбекистан-18». Эти суперэлитные семена размножались в Каракалпакии, Бухарском и Ташкентском областях.

На основе проведенных исследований выявлена необходимость сохранения чистосортности и однородности сорта, для этого проведены дополнительные первичные семеноводческие работы в научно-исследовательских институтах и филиалах института. В результате первичных семеноводческих работ однородность сорта «Узбекистон-18» был 99,8 %. На малозасолённых землях

сорго дает более высокие урожаи, чем кукуруза. Так, в Сырдарьинской области на малозасолённой почве местный сорт сорго дал 385 ц/га зеленой массы, а кукуруза – 180 ц/га.

Испытание нового сорта на незасоленных землях Ташкентской области показало перспективность его использования как в кормопроизводстве, так и в сахарной промышленности в определенном сочетании с другими сортами (таблица 2).

Таблица 2. **Сравнительное испытание сортов сорго**

№	Название сортов	От всходов до основных фаз, развития дней				Высота растений, см	Число листьев, шт	Урожай, т/га		Сахаристость, %	
		вымётывание	Цветение	молочная спелость	полная спелость			зеленой массы	сухого вещества	цветение	молочная спелость
1	Узбекистан-5, ст.	64	73	81	99	211,9	10	29,9	8,5	-	-
2	Корабош	67	77	89	98	225,6	9	38,8	11,1	12,8	15,4
3	Даулет	69	82	94	121	224,5	12	23,6	8,7	-	-
4	Оранжевое-160	81	91	104	126	268,0	12	46,5	15,5	14,2	17,0
5	Узбекистан-18	88	99	117	142	292,7	16	51,8	17,2	13,6	17,2

Как показали испытания, сорт Корабош оказался самым скороспелым и созревал одновременно со стандартом – сортом Узбекистан 5. По высоте растений сорт уступал более позднеспелым сортам – Оранжевое 160 и Узбекистан 18. При учете урожая зеленой массы и сухого вещества сорта Узбекистан 5 и Даулет сильно уступали остальным сортам, где наибольшими показателями в фазе молочной спелости выделялся позднеспелый сорт Узбекистан 18. На основе этих испытаний мы можем предложить производству разные по скороспелости сорта как для использования в кормопроизводстве, так и при приготовлении сахара.

На Узбекской научно – исследовательской станции по кукурузе была изучена коллекция образцов сорго, предоставленная ИКАРДА, ИКБА, Республикой Южная Корея, ВИР, УзНИИР [8].

В качестве стандарта использовали наши местные сорта Узбекистан-18, Узбекистан-5 и Корабош. Была изучена длина вегетации, отмечена высота растений, определена урожайность зеленой и сухой массы, а также сахаристость сока (с помощью ручного рефрактометра). Из этой коллекции были отобраны высокоурожайные и в сахаристые сортобразцы: Revolution, ICSV 25274g, ICSSH 58, ICSR 93034, ICSV 745, ICSSH 28, Голозерное (зеленая масса – 40,3-55,0 т/га, сухая масса – 12,8 – 16,3 т/га, сахаристость – 14,5 – 18,3%), представляющие определенный интерес для селекции.\

В летнем и весеннем сроках сева изучали влияние густоты стояния растений сорта сорго Корабош на его продуктивность. Испытание проходило на густотах 80, 90, 100, 110 тыс. растений/га. В весеннем сроке сева наилучшие показатели мы получили при густоте стояния 90 тыс. растений на гектаре (урожайность зеленой массы 39,6 т/га, сухой – 13,7 т/га, сахаристость сока – 14,4%), а в летнем – при густоте 100 тыс/га (соответственно 27,6 т/га, 10,5 т/га и 14,7%).

А также, была испытана большая коллекция образцов многолетнего многоукосного сорго (S. almum P.), предоставленная из Российского Университета Дружбы Народов, из которой были выделены ряд перспективных образцов для дальнейшего изучения. Один из них, под названием «Шалола» испытали наряду с другими нетрадиционными кормовыми культурами на орошаемых землях Ташкентской области. В качестве контроля использовали люцерну.

В течение 2 лет посевы люцерны дали 7 укосов с общим урожаем 63,4 т/га зеленой массы, посевы многолетнего сорго за тот же период также дали 7 укосов с урожаем 104,04 т/га. По сбору сухих веществ в сумме за 2 года посевы люцерны уступали сорго на 9,6 т/га (27,76 т против 17,16 т/га у люцерны).

Многолетнее сорго были высеяны совместно с люцерной, чтобы улучшить в получаемых кормах углеводно – протеиновое соотношение. В сумме за 3 года лучший результат был получен в совместном посеве, когда норма высева семян многолетнего сорго составила 12 кг/га.

В контроле посевы чистой люцерны дали в сумме за 3 года 122,5 т/га зеленой массы и 35,54 т/га сухих веществ, в совместном посеве – 151,3 т/га и 42,35 т/га соответственно.

В первом году жизни, когда люцерну в контроле высевали совместно с овсом, на 1 кормовую единицу приходилось 208,8 г переваримого протеина. В последующие – второй и третий годы, когда люцерна оставалась в чистом виде, на 1 кормовую единицу приходилось уже 226,5 г переваримого протеина, или почти в 2 раза выше зоотехнических норм [3]. Участие в совместных посевах

многолетнего сорго позволило уменьшить содержание переваримого протеина - в первом году оно достигало до 124,6 г на 1 кормовую единицу, во втором – до 155,6 г, в третьем – до 149,3 г.

Многолетнее сорго было успешно испытано на песчаных почвах Юга Узбекистана (Сурхандарья) и на засоленных почвах Республики Каракалпакстан, где оно подтвердило свою многолетность, зимостойкость и высокую продуктивность.

В результате использования Мировой коллекции ВИР и местного генофонда сорго удалось создать сорта как пищевого, так и кормового использования, а также подобрать сортимент для использования в качестве сырья в производстве сахара.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Гесанов Г.Н., Мусаев М.Р., Мамалаева А.О. Сорго не боящееся соли // Ж. Кукуруза и сорго, 2007. №4.- 22-23 с.

[2] Касимов Ш.Т. Урожайность и химический состав зернового сорго «Карлик Узбекистана» в Навоийской области. Сборник трудов УзНИИЖ. №39 Ташкент- 1984г. с.129-133.

[3] Массино И.В. Агротехника выращивания джугары на зерно. Сборник статей «В помощь молодым кукурузоводам». МСХ РУз. Ташкент-1977г. с.28-29

[4] Асроров К.А. Сравнительное изучение фотосинтетической деятельности и продуктивности хлопчатника, кукурузы и сорго. Автореф. канд. с/х наук / – Душанбе, 1974. - 29 с.

[5] Массино И.В. Ресурсы фотосинтетически активной радиации и резервы производства кормов на орошаемых землях Узбекистана./ – Ташкент: ТашГАУ. – 2006. - 160 с.

[6] Массино И.В., Ахмедова С., Еденбаев Д. Вопросы селекции и агротехники сорго. “Ғаллачиликнинг илмий – амалий ечимлари” сб.науч.тр. - Ғаллаарол, 2007. - с. 42-47.

[7] Массино И.В, Турсунходжаев П, Гафурова Д. Сорго – сырье для производства крупы. / М.: Хлебопродукты. – 1998. - №9. - с. 23-25.

[8] Абдраимов С.А., Сейткаримов А., Суримбаева К., Сартаев Е. Полезные растения юга Казахстана и перспективы введения их в культуру //Ботаническое ресурсоведения и перспективы развития. -Алматы, 2000. - С.53-54.

[9] Абдраимов С.А., Сейткаримов А., Суримбаева К. Принципы и перспективы мобилизации аридных кормовых растений для интродукции //Научное обеспечение устойчивого развития АПК Республики Казахстан, Сибири, Монголии и республики Беларусь: матер. 5-й межд.конф. г. Абакан (Республика Хакасия) 9-10 июля - Алматы: Бастау, 2002.- С.113.

[10] Абдраимов С.А., Сейткаримов А., Суримбаева К., Джамалова Г., Кушербаева С. Создание новых сортов аридных растений в Казахстане //Научное обеспечение устойчивого развития АПК Республики Казахстан, Сибири, Монголии и Кыргызстана: матер.7-й межд.конф. -Алматы: Бастау, 2004. -С.132-134.

[11] Сеиткаримов А., Абдраимов С., Суримбаева К., Кушербаева С. Форми-рование, изучение и использование генофонда аридных культур на юге Казахстана //Аграрная наука - сельскохозяйственному производству Республики Казахстан, Сибири, Монголии и Кыргызстана: матер.8-й межд.науч.-практ.конф. Барнаул, 26-28 июля 2005г. -Алматы:Бастау, 2005. -С.57-58.

[12] Абдраимов С.А., Сейткаримов А., Кушербаева С., Суримбаева К. Новые виды и сорта для развития аридного кормопроизводства в южно Казахстанском регионе //Перспективы развития животноводства в аридной зоне Казахстана: тез.докл. межд. науч. конф. - Алматы: Бастау, 2005. -С.140-142.

Курбаниязов С.К., Аллашов Б.Д., Абдрасилов Б.С. , Аймбетова И.О. , Тойчибекова Г., Калмаганбетов М.Б.

Сорго сорттарының біртектілігі мен мелиорациялығын зерттеу

Түйіндеме.. Мақалада Қазақстан мен Өзбекстандағы ақ жүгерінің тұқым шаруашылығы, сондай-ақ мақсаты бойынша әр түрлі дәнді және қант бағыттағы сорттарын шығару бойынша жұмыстар қарастырылған; сорттық агротехника бойынша тәжірибелер шығарылған сорттардың өнімдік әлеуетін анықтауға мүмкіндік береді. Ташкент қаласындағы мал шаруашылығы, құс шаруашылығы және балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының тәжірибелік алаңында және Қ.А. Яссауи атындағы ХҚТУ "Ботаникалық бақ" оқу-өндірістік кешендерінде "Узбекистон-18" сортты сортты алғашқы тұқым шаруашылығы бірлескен жұмыстарының нәтижелері келтірілген. Сорго сорты "Узбекистон-18" осы институттың ғалымдарымен сорттыө әзірленіп, Өзбекстан Республикасының барлық облыстары бойынша аудандастырылды. Мақалада қарастырылып отырған сорттың физика-химиялық және агрономиялық сипаттамалары берілген, "Өзбекистон-18" сортының өсімдіктерінің биіктігі бойынша орташа көрсеткіштері анықталды, олар 278,3 см-ден астам, вариация коэффициенті 4,3% - ды құрады.

Түйінді сөздер: ақ жүгері, сорт, алғашқы тұқым шаруашылығы, тұзға төзімді, тұқым шаруашылығы питомнигі.

УДК 621.396.93:614.8

[1]Z.D. Manbetova, [2]K.S. Chezhimbayeva, [3]Z.S.Abdimuratov
([1]Almaty University of Energy and Communications, Almaty, the Republic of Kazakhstan)
E-mail: zmanbetova@inbox.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM CELLULAR BASE STATIONS, WI-FI ROUTERS AND MOBILE PHONES

Abstract. Resume: in this article a comparative analysis of the level of the electromagnetic load from a transmitting radio facilities (Wi-Fi routers), base stations of cellular communication means and mobile radio communications (mobile phones).

Key words: mobile phone, Wi-Fi router, cellular base stations, electromagnetic load.

[1]Ж.Д.Манбетова, [2]К.С.Чежимбаева, [3]Ж.С.Абдимуратов
([1]Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы қаласы, Казахстан Республикасы)
E-mail: zmanbetova@inbox.ru

ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫСТЫҢ БАЗАЛЫҚ СТАНЦИЯСЫНАН, WI-FI РОУТЕРЛЕР МЕН ҰЯЛЫ ТЕЛЕФОНДАРДАН БӨЛІНЕТІН ЭЛЕКТРОМАГНИТТІ СӘУЛЕЛЕНУДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Түйіндеме: осы мақалада таратқыш радиотехникалық нысандардан (Wi-Fi роутерлерден), ұялы байланыстың базалық станциясы мен жылжымалы радиобайланыс құралдарынан (ұялы телефондардан) бөлінетін электромагнитті жүктеме деңгейін салыстырмалы талдау жүргізілді.

Түйін сөздер: ұялы телефондар, Wi-Fi роутер, ұялы байланыстың базалық станциялары, электромагнитті жүктеме.

Өзектілігі. Қазіргі кезде экономикалық қатынастарды глобализациялау жағдайларында глобальді роумингті және мәліметтерді таратудың жоғарғы жылдамдықты қызметті ұсынуды қамтамасыз ететін жаңа технологиялық негізге байланыс қызметін аударуды қажет ететін әлемдік ақпараттық ағындар интенсивті қызмет атқаруда.

Ұялы телефонның бойындағы электромагниттік толқындар электромагниттік сәулелерді шашады. Электромагниттік сәулелер жоғары жиілікті электрлік және магниттік өріс тарапынан туындайды.

Қазіргі кезеде ең тез дамып келе жатқан телекоммуникциялық жүйелердің бірі. Ұялы байланыстың негізгі элементтеріне базалық станция (БС) және мобильді радиотелефон (МРТ)кіреді. БС-лар МРТ-мен радиобайланысты қолдайды, сол себепті БС мен МРТ ультра жоғары жилікті диапазондағы электромагнитті сәулеленудің көзі болып табылады. Ұялы радиобайланыс жүйесінің ерекшелігі жұмыс істеуге бөлінетін радиожилікті спектр жүйесін өте тиімді қолдану болып табылады. Ал ол өз кезегінде абоненттер санын көбейтуге мүмкіндік береді. Жүйе жұмысында территорияны радиусы 0,5-10км соттарға бөлуге болады.

Ұялы байланыс ұғымының өзі ұялы телефондар әсерінің жалпы аймағы ұяшықтарға (соттарға), жекелеген базалық станциялардың шектелген жабу аймағына бөлінуіне негізделген. Соттар жартылай қайта жабылады да, бірігіп желіні түзеді. Осы технология сигналды алыс қашықтыққа беруге және сөйлеуді кідірусіз трансляциялауға мүмкіндік береді. Жабылу аймағы базалық станциялардың саны мен сапасына ғана емес, сонымен қатар физикалық кедергілердің болуы, жергілікті жер бедері мен сол сияқты факторлардың болуына да тәуелді. Бүгінгі күні барлық жетекші операторлар шатырлар және тұрғын үй мен қоғамдық ғимараттарға жақын орналастыратын жеткілікті жабдықтар саны бар, ол ауданды біркелкі «жарықтандыруға» мүмкіндік береді және кез-келген ұялы байланыс құралын ақаусыз жұмыс істеуіне мәжбүрлейді. Бірақ бұл құрылғылар осы ғимаратта тұрып жатқан тұрғындар мен жұмыс істеушілер тарапынан кері реакцияны тудырады. Бұндай ойлар станция мен ұялы аппараттың өзара әсерлесуі кезінде орын алатын процестерді түсінбеушіліктің салдарынан пайда

болады. Кейбір тұрғындар тіпті өзін нашар сезініп тұрғандығын осы құрылғылармен байланыстырып, бұл аурулар мен үнемі сырқаттануды тудыратын «сәуле шығару» көзі деп есептейді. Сонымен қатар, тұрғындардың негізгі бөлігі Wi-Fi роутерлар көмегімен сымсыз байланыс арқылы ақпаратты беру әдісін мүлде зиянсыз деп есептейді және ұялы байланыстың шексіз тарифтерін белсенді пайдаланып, денсаулыққа тигізетін мүмкін кері салдар әсерін ескермейді.

Осы тақырыптың өзектілі мен қарама-қайшы деректердің барлығын ескере отырып, біз өзіміздің зерттеуімізді жүргіздік.

Мақсаты: таратқыш радиотехникалық нысандардан (Wi-Fi роутерлерден), ұялы байланыстық базалық станцияларынан және жылжымалы радиобайланыс құралдарынан (ұялы телефондардан) бөлінетін электромагнитік өрістердің (ЭМӨ) адам ағзасына әсер ету деңгейін бағалау және зерттеу нәтижелерін бекітілген көрсеткіштермен салыстыру.

Міндеті: 1. Энергия ағынының тығыздығын (ЭАТ) тіркеу нәтижесі бойынша Wi-Fi роутерлерден, ұялы байланыстың базалық станцияларынан (БС) және ұялы телефондардан (ҰТ) бөлінетін электромагнитті жүктеме деңгейін өлшеу; 2. Алынған нәтижелердің салыстырмалы талдауын жүргізу; 3. Практикалық ұсыныс беру.

Нәтижелер мен оларды талқылау. Энергия ағынының тығыздығын (ЭАТ) өлшеу үшін сертификатталған маркасы ПЗ-33М электромагнитті өріс өлшеуішін пайдалана отырып,Wi-Fi роутерлердің ЭАТ көзден тікелей жақын 1 см қашықтықта өлшеу кезінде 4GWi-Fi роутердің қабылдау/беру тәртібінде ЭАТ жоғарғы көрсеткішінің ғана бекітілген шекті рұсқат етілген деңгейден (ШРД) (10 мкВт/см²) жоғары артуы анықталды, белсенді емес роутердің барлық көрсеткіштері (ЭАТ жоғарғы және орташа мәні) ШРД шегінде болды. Барлық роутерлерде 30 см қашықтықта ЭАТ жоғарғы және орташа көрсеткіштері ШРД шегінде болды. Нормаланатын 100 см қашықтықта өлшеу үшін белсенді роутердің ЭАТ жоғарғы мәні ШРД 2 есе төмен болды, ал орташа көрсеткіштері фондық шамаға жақындады, белсенді емес роутерда барлық көрсеткіштері фондық деңгейде болды. Осы дерек, Wi-Fi роутерлар электромагнитті сәулелендіру көзі болып табылатындығын білдіреді, тіпті белсенді емес тәртіпте де тұрғындардың денсаулығына кері әсерін тигізуі мүмкін.

Ұялы телефондардан 1 см қашықтықта ЭАТ өлшеу кезінде ШРД жоғарғы және орташа көрсеткіштерінен (3 мкВт/см²) Apple маркалы телефонында сәйкесінше 9,13 мен 5,3 есе артқандығы және Nord маркалы телефонында сәйкесінше 31 бен 14 есе жоғары болғандығы анықталды. Нормаланған 30 см қашықтықта өлшеу үшін ЭАТ жоғарғы көрсеткіштері тек Apple маркасында ғана ШРД 1,7 есеге артық болды. Орташа мән қос телефон маркасы үшін де ШРД артық болмады. 100 см қашықтықта телефондардан бөлінетін ЭАТ фондық мәнге жақындады. Ұялы телефондардан шығатын ЭАТ жоғарғы мәні сигналды қабылдау тәртібінде алғашқы 5-10 секундта ғана тіркелді. Ұялы тлефонның сәулелендіру қарқындылығы оның тәртібіне тәуелді ажыратылады: күту тәртібінде (телефон өшірулі тұрғанда, бірақ пайдаланылмаған тәртіпте), шақыру мезетінде (байланыс орнатылатын және басқа абонентпен байланыс орнату аралығындағы мезетте) және сөйлесу кезінде. Күту тәртібі тұрғысынан ол ең төмен және базалық станциямен байланыс орнатылатын шақыру мезетінде ең жоғары.

Көп қабатты үйлердің шатырында орналасқан барлық зерттелген базалық ұялы байланыс станцияларынан бөлінетін ЭАТ жоғары жұмыс қуаттылығындағы сәулелену кезіндегі жер бетінен 2 м биіктікте (сәулелену бағытының сызығына 90° бұрышпен сәулелену деңгейінде орналасқан нүктеде) жүргізілді.

БС 1,5 м қашықтықта 0,1-0,4мкВт/см^2 ЭАТ аралығында ауытқыды, 10 м қашықтықта 0,6-0,8 мкВт/ см^2 шегінде тіркелді, 20 м қашықтықтағы жақын орналасқан тұрғын үй аумағында 0,9-1,1 мкВт/ см^2 шегінде болды және ЭАТ (10 мкВт/см^2) аспады. Осы жағдай БС қызмет ету ерекшелігімен түсіндіріледі. Ұялы байланыстың қалыпты қызмет етуі мен қоршаған ортаның және адамның қауіпсіздігінің қажетті шарты «антеналардың» адамдар жұмыс істейтін және тұратын ғимараттар, тұрғын үйлер жағына және дұрыс бағытталу қажет. Осы шарт БС орналастыру негіздемесі бойынша материалдарды қарастыру кезінде міндетті түрде ескерілді.

Қорытынды

1. Электромагнитті жүктеменің деңгейі – (қабылдау/беру және белсенді емес) тәртіптегі таратқыш радиотехникалық нысандардан (Wi-Fi роутерлерден) бөлінетін ЭАТ өлшеу үшін нормаланған 100 см қашықтықта ШРД жоғарғы және орташа көрсеткіштер бойынша аспайды;

2. Электромагнитті жүктеменің деңгейі – өлшеу үшін нормаланған 30 см қашықтықта Apple және Nord маркалы ұялы телефондардан (қабылдау тәртібінде) бөлінетін ЭАТ орташа шама бойынша ШРД аспайды, ал жоғарғы көрсеткіштері бекітілген нормативтерден артып түсті;

3. Радиотехникалық нысандадан және жылжымалы радиобайланыс құралдарынан берілетін электромагнитті сәулеленудің салыстырмалы талдауы ұялы телефондардан бөлінетін ЭАТ Wi-Fi роутерлерден бөлінетін ұқсас көрсеткіштен көзге тікелей жақыннан да, ЭМС көзінен әр түрлі қашықтықтан да асып түсетіндігі анықталды;

4. Электромагнитті жүктеменің деңгейі – зерттелген таратқыш радиотехникалық нысандардан (базалық ұялы телефон станциялары мен Wi-Fi роутерлерден) бөлінетін ЭАТ нормативті талаптарға сай келеді;

5. Электромагнитті жүктеменің деңгейі – таратқыш радиотехникалық нысандардан (базалық ұялы байланыс станциялары, Wi-Fi роутерлерден) және ұялы телефондардан бөлінетін ЭАТ өлшеу үшін нормаланған қашықтықтан ШРД орташа мәні бойынша аспайды, бірақ ұялы телефондардан бөлінетін ЭАТ БС мен Wi-Fi роутерлердікіне қарағанда артып түседі.

Алынған нәтижелерді ескере отырып, біз ҰТ мен Wi-Fi роутерлерден бөлінетін ЭМС зиянды әсерін алдын алу бойынша практикалық ұсыныстарды ұсындық:

•1. Уақытпен қорғау (сөйлесу үшін телефонды пайдалану уақытын барынша қысқарту; шексіз тарифтерді өрлетуде ұялы операторларға тиым салу; ұялы телефон бойынша виртуалды тілдесуді шынайыға ауыстыру; жұмыс аяқталған соң Wi-Fiроутерлерді өшіру, өйткені тіпті активті емес роутердің өзі ЭМС көзі болып табылады).

•2. Қашықтықпен қорғау (компьютер алдындағы жұмыс орнын таратқыш радиотехникалық нысандардан (Wi-Fi роутерлерден) барынша алыс орнату қажет, дұрысы адамдар қысқа уақыт аралығында болатын – дәліздер, кіреберіс орындарында орнату; шақырудың алғашқы секундтарында телефонды бірден құлаққа апармау, өйткені бұл кезде қуаттылығы ең жоғары болады және базалық станцияға баптау жүреді; қашықтықтық гарнитураны пайдалану; ұялы телефонның жанында ұйықтайтын зиянды әдеттен арылу, өйткені адам тіпті телефонмен сөйлеспесе де, құрылғы ЭМС ауысу жолымен базалық станциямен байланысты ұстайды; телефонмен сөйлесу кезінде, БС-дан шақыру қабылдағышын жақсарту үшін терезеге немесе сыртқы қабырғаға жақын тұру керек).

•3. Мөлшерлемемен қорғану (жаһандық желіге шығу үшін ұялы баламаға қарағанда роутер ең жарамды нұсқасы болып табылады, өйткені ол ЭАТ өлшеу нәтижелеріне қарай ағзаға ең аз зиянды әсер ететін құрылғы болып табылады).

•4. Көлеммен қорғау (сөйлесу кезінде ашық жерде тұруына ұсыныс беріледі; лифтте, машинада телефон бойынша сөйлесуді болдырмауға өйткені қоршау құрылымдарынан ЭМС шағылысу орын алады және телефон БС іздеуде ең жоғарғы қуаттылыққа ауысады).

•5. Экрандармен қорғау (телефонды қорғаушы қаптамада немесе сөмкеде сақтау; сөйлесу кезінде телефонды үш саусақпен ұстау, ол телефонның экрандалуын азайтады және телефонға аз қуатта жұмыс істеуге мүмкіндік береді).

Осылайша, ұялы байланыстың бағалық станцияларын орнату жайындағы тұрғындардың радиофобиясы тым артуда, сонымен қатар тілдесудің кейде шексіз тарифтерін пайдаланып, тұтынушы күнделікті байланысатын ұялы телефондар мен сымсыз байланыс құралдары (Wi-Fi роутерлер) келтіретін залал жете бағаланбағандықтан,осы және келер ұрпақтың денсаулығына түзелмейтін зиян келтіруі мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] СТ РК 1151-2002 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни и требования к проведению контроля»

[2] Мордачев В.И., Свистунов А.С. Необходимый и достаточный уровень мощности электромагнитного излучения базовых станций сети GSM // Докл. БГУИР. 2013. № 7 (77). С. 44–50.

[3] Арефьев А.С., Овчаренко М.С. Изучение влияния микроволнового излучения мобильных телефонов на организм человека / А.С. Арефьев, М.С. Овчаренко // Вестник студенческого научного общества СПбГАУ. – СПб., 2012. – С. 252-258.

[4] Ван Вик MJ, Бингл М, Мейер FJ. 2005. Особенности моделирования антенны для точных расчетов SAR в фантомах человека в непосредственной близости от антенн сотовой базовой станции GSM. Биоэлектромагнетизм 26 (6): 502-509 Crossref , Medline , ISI , Google Scholar .

[5] Елягин С.В. Измерение плотности потока мощности с помощью мобиль-ного измерительного терминала // Вестник УлГТУ. — 2008. — № 2. —

С. 56—58.

[6] http://www.pole.com.ru: Центр электромагнитной безопасности.

[7] http://alpha3.spb.ru Человек и электромагнитное излучение.

Манбетова Ж.Д., Чежимбаева К.С., Абдимуратов Ж.С.

Сравнительный анализ электромагнитного излучения от базовых станций сотовой связи, wi-fi роутеров и мобильных телефонов

Резюме. В данной статье проводится сравнительный анализ уровня электромагнитной нагрузки от передающих радиотехнических объектов (Wi-Fi роутеров), базовых станций сотовой связи и средств подвижной радиосвязи (мобильных телефонов).

Ключевые слова: мобильный телефон, Wi-Fi роутер, базовые станции сотовой связи, электромагнитная нагрузка.

УДК 656.2

[1]B.K. Musabaev, [1]A.D. Kamzina, [2]P.V. Arimbekova, [1]S.Sh. Abibullaev, [1]B.A. Toktamysov
([1]Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev
[2]Kazakh Academy of labor and social relations
e-mail: musabaev-54@mail.ru)

CONCEPTUAL FORMULATION OF THE PROBLEM OF PLANNING AND OPERATIONAL MANAGEMENT OF LOGISTICS CHAINS

Abstract: In connection with the restructuring of the transport and communication complex and the need for structural reforms, it is necessary to further study the issues of formation of the transport and logistics system of cargo supply chain management, development of the transit potential of Kazakhstan's infrastructure and increase its efficiency in the regional context.

The need for a comprehensive systematic approach to the problem of formation of transport and logistics structures and investment decisions in the supply chain of goods with the participation of rail transport and transport and communication complex as a whole.

Key words: logistics chain, production and logistics networks, warehouse terminal, warehouse planning, operational warehouse management

[1] Б.К. Мусабаев, [1]А.Д. Камзина, [2] П.М. Аримбекова, [1]С.Ш. Абибуллаев, [1]Б.А. Токтамысов
([1]Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева
[2]Казахская академия труда и социальных отношений
e-mail: musabaev-54@mail.ru)

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ЦЕПЯМИ

Аннотация: В связи с реструктуризацией транспортно-коммуникационного комплекса и необходимостью структурных преобразований предстоит дальнейшее изучение вопросов формирования транспортно-логистической системы управления цепью поставок грузов, развития транзитного потенциала инфраструктуры Казахстана и повышения ее эффективности в региональном разрезе.

Необходимость комплексного системного подхода к проблеме формирования транспортно-логистических структур и инвестиционных решений в цепи поставок грузов с участием железнодорожного транспорта и транспортно-коммуннкационного комплекса в целом.

Ключевые слова: логистическая цепь, производственно-логистические сети, складской терминал, планирование работы склада, оперативное управление складом.

Рассмотрим концептуальную постановку задачи планирования и управления логистическими цепями (ЛЦ) применительно к производственно-логистическим сетям (ПЛС). ПЛС состоит из множества предприятий-изготовителей, поставщиков сырья и материалов, складских терминалов, транспортных фирм, которые обладают определенными функциональными возможностями *(компетенциями)*. В каждый момент времени в ПЛС имеется несколько претендентов на каждую из работ. Основными этапами *технологии управления ЛЦ в ПЛС* являются планирование, мониторинг и регулирование (реконфигурирование).

Задача планирования работ в ПЛС (формирования ЛЦ) состоит в выборе на данном множестве альтернатив наилучшей конфигурации ЛЦ с учетом параметров заказов клиентов (сроки поставок, цены, количество, технология изготовления и т. д.), а также характеристик доступных в данных момент времени компетенций предприятий (производственные мощности, затраты и т. д.). *Задача оперативного управления ЛЦ* состоит в мониторинге бизнес-процессов и их регулировании (реконфигурировании ЛЦ) в случае недопустимых отклонений от плановых состояний при воздействии возмущающих факторов.

Целью мониторинга ЛЦ является отслеживание влияния возмущающих факторов на параметры функционирования ЛЦ, а целью реконфигурирования ЛЦ - компенсирование возникающих отклонений путем структурных, функциональных и других преобразований. Задача мониторинга состоит в как можно более раннем распознавании рисковых ситуаций, которые могут привести к отклонениям в работе ВП, а задачей регулирования - разрешение проблемных ситуаций с помощью определенных управляющих воздействий (рис. 1).

При описании заказов клиентов, помимо традиционных параметров (сроки поставок, цены, количество, технология изготовления и т. д.), с целью учета факторов неопределенности предлагается использовать ряд дополнительных характеристик, определяемых менеджером сети, таких как допустимый уровень надежности и запас устойчивости. Для этого при описании характеристик доступных компетенций предприятий, помимо традиционных параметров (производственные мощности, затраты и т. д.), вводится в рассмотрение параметр надежности предприятия, характеризующий риск невыполнения работы на данном элементе ЛЦ (подробный анализ учета факторов неопределенности при планировании и управлении 71Ц будет представлен в следующем параграфе). На рисунке 2 представлена кибернетическая схема планирования и управления ЛЦ [1].

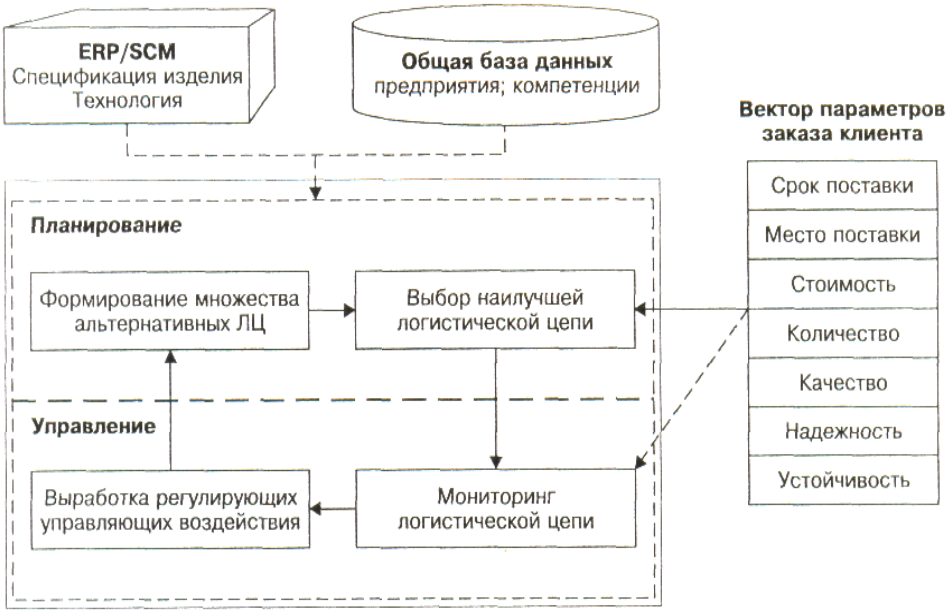


Рис. 1. Концептуальная модель планирования и управления логистическими цепями в ПЛС

Предложенная схема планирования и управления ЛЦ состоит из *пяти основных частей.*

1) логистической цепи как объекта управления;
2) блока планирования, содержащего соответствующие модели и алгоритмы;
3) системы мониторинга;
4) задающего вектора параметров; 5)блока регулирования.

Данные части взаимосвязаны и образуют два *контура управления:* основной (блоки 2, 3, 1) и дополнительный (блоки 5, 4, 3, 2, 1). Основной контур обеспечивает функционирование ПЛС и отслеживает соответствие фактических значений параметров функционирования ЛЦ $\vec{J}'(t)$ плановым значениям $\vec{J}(t)$ так, чтобы отклонение $\delta_j = (\vec{J}'(t) - \vec{J}(t))^2$ было минимальным. Дополнительный контур служит для мониторинга выполнения процессов в ЛЦ и выработки регулирующих управляющих воздействий и и и* в случае отклонений от планового состояния или изменений целевых установок.

Блок планирования содержит специально разработанные для оперативного управления ЛЦ в ВП АСО-алгоритмы, предназначенные для поиска наилучших конфигураций ЛЦ. Его главной задачей является построение ЛЦ в соответствии со значениями вектора параметров.

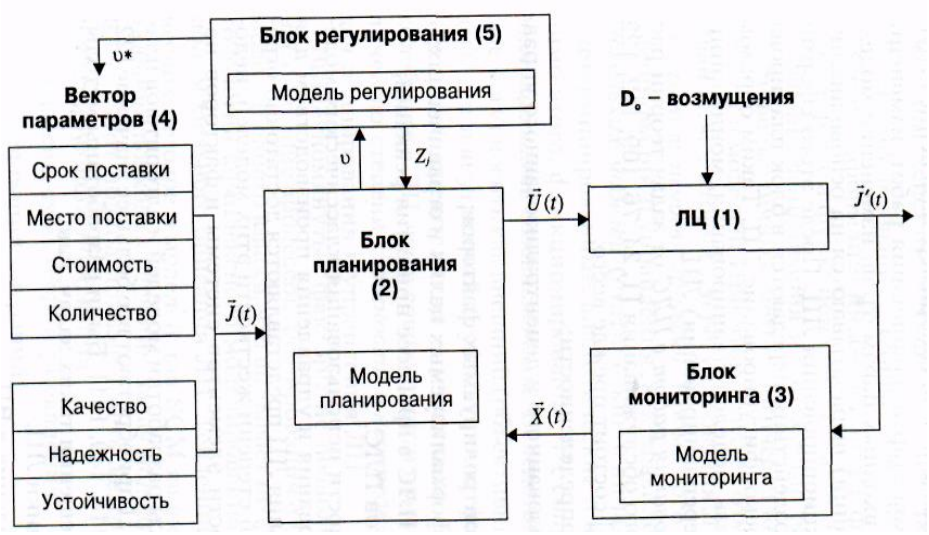


Рис. 2. Кибернетическая модель планирования и управления логистическими цепями ПЛС

Основными задачами блока мониторинга являются измерение фактических параметров функционирования ЛЦ и сравнение их с плановыми. В случае отклонения от планового состояния запускается блок регулирования. Таким образом, регулирующие воздействия вырабатываются на основе актуальной информации о текущем функционировании ЛЦ. Блок регулирования служит для выработки компенсирующих воздействий ϑ и ϑ на основе актуальных данных Z_j. Компенсирующие воздействия (например, изменение структуры ЛЦ, изменение сроков старта и окончания работ, изменение структуры или значений входных параметров, изменение модели или алгоритма планирования) вырабатываются на основе анализа текущей обстановки функционирования ЛЦ. После этого сформированные управляющие воздействия передаются в блок планирования, где осуществляется реконфигурирование ЛЦ. Таким образом, обеспечивается взаимосвязь моделей планирования, мониторинга и реконфигурирования (перепланирования) ЛЦ.

Отличие задачи планирования работ в ПЛС от задач теории расписаний и теории массового обслуживания состоит, прежде всего:

- в высоком уровне неопределенности;
- в сочетании централизованного и децентрализованного управления;
- в большом числе неконтролируемых факторов;
- в нежестких, трудно формализуемых целях и ограничениях;
- в изменении свойств ПЛС в процессе принятия решений;
- в активности элементов ПЛС.

В связи с этим возможности использования классических моделей и алгоритмов планирования и управления производством для решения задач моделирования ЛЦ представляются достаточно ограниченными в силу высокой степени жесткости этих моделей, недостаточного учета активности элементов системы и факторов неопределенности.

В последние годы вопросы разработки моделей алгоритмов планирования и управления ЛЦ приобретают все большее значение. Были разработаны методы, модели и алгоритмы для решения таких задач, как:

- моделирование динамики ЛЦ;
- планирование и управление в ВП;
- гибкое структурирование Л Ц;
- координация ЛЦ в ВП;
- распределенное динамическое оперативно-календарное планирование ЛЦ;
- взаимодействие информационных ресурсов в ЛЦ.

В этих исследованиях, однако, основное внимание было уделено технико-информационным аспектам функционирования ПЛС. Структурная и функциональная стадии синтеза ЛЦ в ПЛС, а также задачи планирования и управления рассматривались отдельно, на основе различных, методологически не связанных друг с другом методов и моделей. При этом следует отметить, что модели планирования, мониторинга и регулирования ЛЦ являются исключительно *тесно взаимосвязанными.* Кроме того, ЛЦ как сложный объект планирования и управления, как правило, описывается с помощью *нескольких моделей* (статические и динамические, стохастические и детерминированные, аналитические и имитационные и т.д.). Помимо этого, функционирование ЛЦ сопровождается различными *возмущающими воздействиями.* Вследствие этих возмущений, которые могут носить как внешний (объективные изменения внешней среды), так и внутренний (субъективные факторы, например изменение целей предприятия - участника ЛЦ) характер, возникают колебания в ЛЦ, что в совокупности приводит к значительному увеличению степени *сложности и неопределенности* при решении задач планирования и управления ЛЦ [2-8].

Вывод: Вышеупомянутые факторы не позволяют осуществить адекватное описание процессов планирования и управления ЛЦ с помощью моделей одного класса, что вызывает необходимость разработки методологии комплексного моделирования логистических цепей для полимодельного описания ЛЦ. Тенденцией в разработке математических методов и моделей для SCM является разработка фундаментального подхода к решению задач моделирования и управления ЛЦ и ВП. Этот подход должен иметь *междисциплинарный характер,* интегрирующий положения:

- классической теории управления;
- исследования операций;
- теории систем;
- сценарного подхода с концепциями распределенного искусственного интеллекта (мультиагентных систем);
- нечеткой логики и эволюционных эвристических методов.

Учитывая тесную взаимосвязь всех этапов технологии управления ЛЦ, необходимо создание единой методологической базы комплексного анализа и моделирования, сложных производственно-логистических систем, обеспечивающей согласование моделей планирования и управления ЛЦ, а также адаптацию соответствующих моделей к изменяющимся условиям функционирования ЛЦ в динамике.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Геттинг Б. Международная производственная кооперация в промышленности. Роль логистики в усилении конкурентоспособности хозяйственных структур./ Пер с нем. – М.: Дело, 2009.

[2] Иванов Д.А. Виртуальные предприятия и логистические цепи. – СПб.: Изд-во СПб ГУЭФ, 2013.

[3] Иванов Д.А. Динамический синтез и реконфигурирование цепей поставок производственно–логистических сетей в условиях неопределенности // Логистика и управление цепями поставок, 2004 - №4-5. – С. 28-37.

[4] Калинин В.Н. Резников Б.А. Теория систем и управления (структурно-математический подход). – Л.: ВИКИ, 1997.

[5] Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа.- М.: Наука, 1981.

[6] Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. –М.: Наука, 1991.

[7] Саати Т.Л., Керис К. Аналитическое планирование и организация систем. – М.: Радио и связь, 2001.

[8] Богорников В.П. Fuzzu – технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. – М.: Наука , 2011.

Мусабаев Б.К., Камзина А.Д., Аримбекова П.М., Абибуллаев С.Ш., Токтамысов Б.А.

Логистикалық тізбектерді жоспарлау және жедел басқару міндетін концептуалды қою

Аннотация: Көлік-коммуникация кешенін қайта құрылымдауға және құрылымдық қайта құрулардың қажеттілігіне байланысты жүктерді жеткізу тізбегін басқарудың көліктік-логистикалық жүйесін қалыптастыру,

Қазақстан инфрақұрылымының транзиттік әлеуетін дамыту және оның өңірлік бөліністе тиімділігін арттыру мәселелерін одан әрі зерделеу алда тұр.

Темір жол көлігі мен жалпы көліктік-коммуналдық кешеннің қатысуымен жүктерді жеткізу тізбегінде көліктік-логистикалық құрылымдарды және инвестициялық шешімдерді қалыптастыру проблемасына кешенді жүйелі көзқарас қажеттілігі.

Кілт сөздер: логистикалық тізбек, өндірістік-логистикалық желілер, қойма терминалы, қойма жұмысын жоспарлау, қойманы жедел басқару.

УДК 665

[1,2]К.К. Syrmanova, [1]Zh.К. Alipbekova, [1]E.T. Botashev,
[1]Zh. B Kaldybekova, [2]M.T. Sulemenova
(Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Miras University, Shimkent, Kazakhstan),
syrmanova.kulash @mail.ru)

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF RUBBER-BITUMEN BINDER

Abstract. The article discusses the use of rubber crumb LLP "Эко-Шина" as a universal modifier for producing organic binders.

The influence of factors on the performance properties of rubber-bitumen binder is investigated. The physic mechanical properties of rubber-bitumen binders are determined depending on the amount of crumb rubber and the physic mechanical properties of rubber-bitumen binders depending on the temperature and duration of mixing.

The analysis showed that with an increase in the concentration of rubber crumb from 5% to 25%, a slight change in the penetration depth indicator occurs, and the softening temperature of the binder increases, which can be explained by an increase in the structuredness of the dispersion medium and hardening of the asphalting coagulation framework.

Key words: rubber-bitumen binder, modifiers, crumb rubber, penetration, softening point, extensibility, elasticity

[1,2]К.К. Сырманова, [1]Ж.К. Алипбекова, [1]Е.Т. Боташев,
[1]Ж.Б. Калдыбекова, [2]М.Т. Сулейменова
([1]М:Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университет,
[2]Мирас университеті, Шымкент, Қазақстан,
syrmanova.kulash @mail.ru)

РЕЗИНА-БИТУМДЫ ТҰТАСТЫРҒЫШТАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Бұл мақалада ЖШС «Эко-Шина»-ның резина ұнтақтарын органикалық тұтастырғыш алу үшін универсалды модификатор ретінде қолдануы қарастырылған. Әртүрлі факторлардың резина-битумды тұтастырғыштың эксплуатациялық қасиеттеріне әсері зерттелген. Резина-битумды тұтастырғыштың резина ұнтағының мөлшеріне тәуелді физика-механикалық қасиеттері мен резина-битумды тұтастырғыштың температура және араластыру ұзақтығына тәуелді физика-механикалық қасиеттері анықталған.

Анализ нәтижелеріне сәйкес резина ұнтағының концентрациясын 5%-дан 25%-ға көтергенде пенетрация тереңдігінің аз шамада өзгеруі байқалған. Бұл кезде тұтастырғыштың жұмсару температурасы жоғарылайды. Бұны дисперсті ортаның құрылымдылығының жоғарылауымен және асфальтендердің коагуляциялық каркасының беріктелуімен түсіндіруге болады

Кілтті сөздер: резина-битумды тұтастырғыш, модификаторлар, пенетрация, жұмсару температурасы, созылғыштық, созылмалдылық

Композициялық органикалық тұтастырғыштардың қасиеттері мұнай битумының құрылымы мен қасиеттеріне әжептеуір тәуелді болады.

А.С. Колбановскаяның классификациясына [1] сәйкес, гельді, күлді және күлді-гельді коллоидты жүйелермен анықтауға болатын I, II және III құрылымдық типтегі битумдарға бөлінеді [2-3], сонымен бірге I және II құрылымдық тип битумдарын бірқатар кемшіліктеріне байланысты жол құрылысына пайдалануға ұсынбайды.

- Дегенмен осы битумдарды модификациялай отырып I құрылымдық типтегі битум негізінде тұрақты модификацияланған тұтастырғыш алу мүмкіндігін болжауға болады. Осылайша,

девулканизацияланған резина бөлшектерін мальтенді бөлігінде еріткенде дисперсиялық ортаның созылмалдылығын жоғарылатады деп топшылайды. Осы тұтастырғыш МЕСТ талаптарын қанағаттандыруы үшін басқа құрылымдық типтегі битумдарға қарағанда осы құрылымдық типтегі битумдағы резина модификаторының сандық мөлшері аз болатындығы айқын.

- II типтегі битумдардың басты кемшілігі - жылуға төзімділігі төмен. Кемшілігінің мәні келесіде, яғни бір-бірімен байланыспаған әрі әрекеттеспейтін асфальтендер кеңістіктік каркас түзбейді, жоғары тұтқырлық пен беріктікке ие пленкалы күйге өткізе отырып шайырларды адсорбциялайды. Осы құрылымдағы битумдарды өлшемі асфальт кешенінің өлшемімен шамалас жартылай девулканизацияланған резина ұнтағымен модификациялағанда резина ұнтағы битумның асфальтті каркасына қосылады да, мальтенді бөлігінің тұтқырлығын жоғарылата отырып, оның құрылымын қатайтады. Нәтижесінде бұл тұтастырғыштың жылуға төзімділігінің артуына апарып соғады. Осы орайда жоғары сенімділікпен, яғни басқа құрылымдық типтегі битумдарға қарағанда модификатордың мөлшері анағұрлым жоғары болады деп болжауға болады. III құрылымдық типті битум үшін де тұтастырғыштың сенімді жұмыс істейтін температуралық аралығын ұлғайту мақсатында негізделген мөлшерде резина ұнтағы түрінде модификаторды енгізу тиімді болатындығы айқын.

Осылайша, түрлі құрылымды типтегі органикалық тұтастырғыштар негізінде тұтастырғыш алуға арналған әмбебап модификатор ретінде резина ұнтағын пайдалану мүмкіндігі туралы гипотеза ұсынылды. Сонымен қатар, битумның дисперсті құрылымды типі модификатордың оңтайлы мөлшеріне, сондай-ақ резина-битумды байланыстырығшты даярлаудың технологиялық параметрлеріне де елеулі әсер етеді.

Резина-битумды тұтастырғышты (РБТ) даярлау асфальтті-бетонды зауыттарда асфальт-бетонды қоспаны даярлау температурасына сәйкес келетін, РББ концентрациясы мен температурасы сай келетін резина ұнтағымен битумды механикалық араластыру жолымен жүзеге асырылды.

Бұл жұмыста Шымкент қаласының индустриялды аймағында орналасқан «ЭкоШина» ЖШС резина ұнтағы қолданылды.

РБТ физика-механикалық қасиеттері стандартты әдістемелер бойынша анықталды [5].

Бір технология бойынша даярланған осы тұтастырғыштың қасиеттері 1 кестеде келтірілген. Кесте мәліметтеріне талдау, яғни 10% - дан 20% - ға дейін резина ұнтағы концентрациясын жоғарылатқанда пенетрация тереңдігі көрсеткішінің шамалы өзгеретіндігін, сонымен бірге тұтастырғыштың жұмсарту температурасы жоғарылайтынын көрсетеді, мұны дисперсионды ортаның құрылымдануының артуымен және асфальтендердің коагуляциялық каркасының нығыздала түсуімен түсіндіруге болады. Бұл модификацияланбаған битум және ДСТ-30-01 полимерімен модификацияланған битумға қарағанда анағұрлым жоғары болатын битумдардың когезиялық беріктігін анықтау нәтижелерімен дәлелденген.

Сонымен қатар, құрылымының біртексіздігінен тұтастырғыш құрамына резина ұнтағын енгізгендегі оның дуктильдік көрсеткіштері әжептеуір төмендейді.

Кесте 1- **Резина ұнтағының мөлшеріне байланысты РБТ физика-механикалық қасиеттері**

	Көрсеткіштері	Нормативті талаптар РББ-40	Резина ұнтағының мөлшері, %				
			5	10	15	20	25
1	Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°С-та 0°С-та,кем емес	 40 25	 53 24	 51 31	 48 36	 6 34	 43 30
2	Сақина мен Шар бойынша жұмсару температурасы,°С	56	55	57	61	65	68
3	Созылғыштығы, 25°С-та 0°С-та	80 15	14 11	16 14	18 13	17 15	15 12

РББ көрсеткіштерін модификацияланған тұтастырғышқа арналған нормативті құжаттармен салыстыруға сәйкес, яғни массасы бойынша резина ұнтағының 20% концентрациясы оңтайлы болып табылады.

Резина ұнтағы концентрациясын одан әрі жоғарылату тиімсіз, өйткені пенетрация мәні белгіленген МЕСТ шеңберінен шығып кетеді. Сыну температурасы көрсеткішіне тоқталсақ, резина-битумды тұтастырғыш макрожүйесінің біртексіздігіне байланысты, ол дұрыс емес және қарастырылмайды. РББ төмен температуралы қасиеттері ұсынылған әдістеме бойынша қарастырылатын болады.

Температуралық кестелері мен механикалық араластыру уақытын түрлендіру жолымен берілген концентрацияда резина-битумды тұтастырғыш өндіру технологиясына іріктеу жүргізілді. Талдау нәтижелері 2 және 3 кестеде келтірілген.

Кесте 2. **Т=160° С-гі араластыру уақытына байланысты РБТ физика-механикалық сипаттамалары**

Көрсеткіштері	РББ араластыру уақыты, сағ					ПББ-40
	1	3	5	7	9	
Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°С-та	40	43	42	38	41	40
0°С-та, кем емес	26	30	27	25	28	25
Сақина мен Шар бойынша жұмсару температурасы, °С	66	68	67	65	64	56
Созылмалдылық	50	55	60	58	60	80
Созылғышты ғы, 25°С-та	16	15	14	15	14	15

Кесте 3. **Т=180° С-гі араластыру уақытына байланысты РБТ физика-механикалық сипаттамалары**

Көрсеткіштері	РББ араластыру уақыты, сағ					ПББ-40
	1	3	5	7	9	
Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°С-та	40	33	42	38	36	40
0°С-та, кем емес	28	30	30	28	26	25
Сақина мен Шар бойынша жұмсару температурасы, °С	66	68	67	68	65	56
Созылмалдылық	61	60	55	64	63	80
Созылғыштығы, 25°С-та	14	15	13	15	14	15

Кесте 4. **Т=200° С-гі араластыру уақытына байланысты РБТ физика-механикалық сипаттамалары**

Көрсеткіштері	РББ араластыру уақыты, сағ					ПББ-40
	1	3	5	7	9	
Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°С-та	36	38	40	37	35	40
0°С-та, кем емес	20	24	26	25	22	25
Сақина мен Шар бойынша жұмсару температурасы, °С	57	55	56	60	65	56
Созылмалдылық	50	50	48	46	47	80
Созылғышты ғы, 25°С-та	15	17	16	12	12	15

Кесте 5. **Т=220° С-гі араластыру уақытына байланысты РБТ физика-механикалық сипаттамалары**

Көрсеткіштері	РББ араластыру уақыты, сағ					ПББ-40
	1	3	5	7	9	
Иненің ену тереңдігі, 0,1 мм: 25°С-та	40	41	42	44	42	40
0°С-та, кем емес	20	18	22	21	23	25
Сақина мен Шар бойынша жұмсару температурасы, °С	56	57	58	62	65	56
Созылмалдылық	50	51	49	48	47	80
Созылғыштығы, 25°С-та	16	17	18	15	11	15

Осылайша, тұтастырғыштарды түрлі температура мен араластыру уақытында алынған мәліметтерді салыстыру, яғни жоғары температураларда резина ұнтағында битуммен араластыру температурасы мен ұзақтығына байланысты резинаның толық бұзылуына апарып соғатын құрылымды бұзатын процестер басым түсетінін көрсетті. Одан бөлек, тұтастырғыштың адгезиялық және когезиялық қасиеттерінің анағұрлым нашарлауына апарып соғатын резина ұнтағының бетінде күйенің пайда болуы мен жоғары дисперстілігі салдарынан резинаның активті толықтырғышының пиролиздену процесінің өтуі ықтимал.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Колбановская А.С. Дорожные битумы / А.С. Колбановская, В.В. Михайлов. М.: Транспорт - 2003. - 264 с.

[2] Ахметова, Р.С. Современное состояние производства и пути повышения качества битумов различного назначения / Р.С. Ахметова, В.В. Фрязинов, И.А. Чернобривенко // Тематический обзор.-М.,2009.-49с.

[3] Гохман Л.М. Полимерно-битумное вяжущее с применением дивинилстирольных термоэластопластов. - М.,2011. – 178с.

[4] С. Н. Шабаев, С. А. Иванов, Е. М. Вахьянов // Вестник КузГТУ. — Кемерово, 2013. — № 2. — С. 106–107.

[5] 5.Сырманова К.К.,Ривкина Т.В. Товарные нефтепродукты, Учебник. Шымкент Изд ЮКГУ им.М.Ауэзова,2016,-191с.

Сырманова К.К., Алипбекова Ж.К., Боташев Е.Т., Калдыбекова Ж.Б., Сулейменова М.Т.

Анализ факторов, влияющих на эксплуатационные свойства резинобитумного вяжущего

Резюме. В статье рассмотрено использование резиновой крошки ТОО «Эко-Шина» в качестве универсального модификатора для получения органических вяжущих. Исследовано влияние факторов на эксплуатационные свойства резинобитумного вяжущего. Определены физико-механические свойства резинобитумных вяжущих в зависимости от количества резиновой крошки и физико-механические характеристики резинобитумных вяжущих в зависисмости от температуры и продолжительности перемешивания.

Анализ показал, что при повышении концентрации резиновой крошки с 5 до 25% происходит незначительное изменение показателя глубины пенетрации, при этом повышается температура размягчения вяжущегося, что можно объяснить повышением структурированности дисперсионной среды и упрочнением коагуляционного каркаса асфальтенов.

Ключевые слова: резинобитумное вяжущее, модификаторы, резиновая крошка, пенетрация, температура размягчения, растяжимость, эластичность.

УДК 621.438

A.M. Dostiyarov[1], A.M. Dostiyarova[2], S.B. Sadykova[3], N.R. Kartjanov[4]
([1]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty
[2]JSC "Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpaev"
[3]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty
[4]L.N.Gumilyov Eurasian National University
kundyzdy@mail.ru)

MICROMODULAR AIR ATOMIZER FOR AN ANNULAR-TYPE COMBUSTION CHAMBER OF GTE

Abstract. The work considers micromodular air nozzles of practical importance in the annular combustion chamber of a gas turbine engine. The purpose of the work is the scientific and practical search for new technologies to improve the environmental friendliness and efficiency of the annular type combustion chambers of GTE.

Key words: micromodular air atomizer, combustion chamber, gas-turbine engine (GTE), harmful gas emissions, microflame technology

А.М. Достияров[1], А.М. Достиярова[2], С.Б. Садыкова[3], Н.Р. Картджанов[4]
([1]НАО «Алматинский университет энергетики и связи», Алматы
[2]АО «Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева», Алматы
[3]АО «Алматинский университет энергетики и связи», Алматы
[4]РГП на ПХВ «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Нур-Султан
kundyzdy@mail.ru)

МИКРОМОДУЛЬНЫЕ ВОЗДУШНЫЕ ФОРСУНКИ ДЛЯ КОЛЬЦЕВОЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД

Аннотация. В работе рассматриваются микромодульные воздушные форсунки, имеющие практическую значимость в кольцевой камере сгорания газотурбинного двигателя. Целью работы является научный и практический поиск новых технологий повышения экологичности и эффективности камер сгорания кольцевого типа ГТД.

Ключевые слова: микромодульные воздушные форсунки (ММ-ВФ), камера сгорания (КС), газотурбинный двигатель (ГТД), выбросы вредных газов, микрофакельная технология.

Введение. Сжигание топлив составляют основу теплоэнергетики, транспорта, нефтегазовой отрасли, авиации, высокотемпературных технологических процессов в области машиностроения, сельского хозяйства, быта. Проблема их интенсификации с учётом энергоэффективности и экологичности является одной из наиболее важных приоритетных направлений развития науки и техники.

В настоящее время традиционные камеры сгорания ГТД по эмиссионным характеристикам, не соответствуют жестким современным экологическим требованиям. А существующие малоэмиссионные технологии сжигания топлива в камерах сгорания ГТД имеют очень узкий диапазон устойчивой работы. В связи с этим, научный и практический поиск новых технологий повышения экологичности и эффективности камер сгорания является перспективным и представляет научный интерес.

На рисунке 1 представлен продольный разрез микромодульной воздушной форсунки, состоящей из наружного цилиндрического обвода 1, завихрителя воздуха 2, трубки подачи топлива 3, двух регистров 5 и 6.

Среди внедряемых в практику практическую значимость имеют микромодульные форсунки в кольцевой камере сгорания ГТД.

Для удовлетворения вводимых сегодня весьма жесткие требования и ограничения на вредные выбросы ГТД, потребует существенные изменения конструкции фронта кольцевых камер и внедрение микромодульных форсунок с низкими выбросами NO_x.

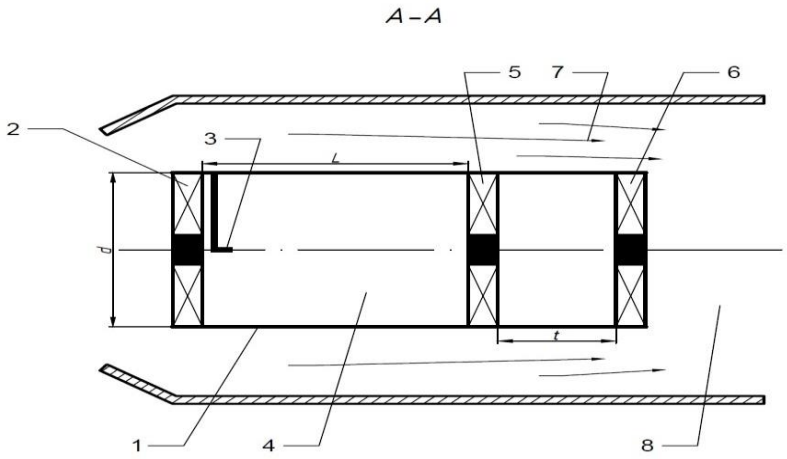


Рис. 1. Продольный разрез микромодульной воздушной форсунки
1-корпус, 2-завихритель воздуха (входной), 3-трубка подачи топлива,
4-камера предварительного смешивания, 5-завихритель смешивания ТВС,
6-выходной завихритель, 7-потоки основного воздуха, 8-камера горения.

В такой камере сгорания не существует сколько-нибудь определенных границ между первичной и вторичной зонами, как это имеет место в традиционных камерах. Почти весь воздух проходит через модули или вокруг них. Такая конструкция будет иметь существенные преимущества:

– высокая теплонапряженность объема;

– равномерное поле температур на выходе из камеры сгорания;

– низкие выбросы NO_x.

Разработка и исследование элементов подобных камер сгорания является актуальной задачей.

В камере сгорания ГТД правильное огранизация процесса горения топлива определяет его КПД ($\eta_{кс}$) и образование токсичных соединений. Так как в газотурбинных двигателях используется только газообразное и жидкое топливо, основными токсичными соединениями являются оксиды азота и монооксид углерода и несгоревшие углеводороды (C_mH_n). При работе на номинальной мощности $\eta_{кс}$ составляет 0,995. Поэтому CO и C_mH_n почти отсутствуют.

Методы. Многочисленные исследования, проведенные как в нашей стране, так и за рубежом показывают, что оксиды азота *NO, NO_2 (NO_x),* как наиболее опасные для окружающей среды, имеют три разновидности: «термические», «быстрые» и «топливные» [10].

Установлено, что в общем случае процесс образования «термических» NO_x зависит от температуры в камере сгорания, и непосредственно не связан с самим процессом горения. «Термические» оксиды образуются непосредственно в факеле при горении топлива в результате высокотемпературной цепной реакции окисления атмосферного азота свободным кислородом с выделением теплоты. Впервые механизм образования оксида азота был рассмотрен Я.Б. Зельдовичем [1]. Им была доказана термическая природа реакции окисления азота при горении топлива:

$$N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO \; - \; 180{,}2 \text{ кДж/моль.} \tag{1}$$

Эта реакция идёт по цепному механизму с участием атомарного кислорода:

$$O + N_2 + \leftrightarrow NO + N \tag{2}$$

$$N + O_2 \leftrightarrow NO + O \tag{3}$$

Скорость реакции (1), согласно [1], имеет вид:

$$\frac{dC_{NO}}{d\tau} = \frac{5 \cdot 10^{11}}{\sqrt{C_{O_2}}} exp\left[-\frac{86000}{RT}\right] \cdot \left[C_{O_2} C_{N_2} \cdot \frac{64}{3} exp\left(-\frac{43000}{RT}\right) - C_{NO}^2\right] \tag{4}$$

где C_{O2}, C_{N2} и C_{NO} - мгновенные концентрации компонентов реакции; τ - время протекания реакции, с; T - температура в зоне реакции; R - универсальная газовая постоянная. Время равновесной концентрации оксида азота для различных температур представлено в табл. 1

Таблица 1. **Время равновесной концентрации оксида азота**

T, °C	1230	1330	1430	1530	1630	1730
$\tau_{[NO]}$, с	8150	910	140	22,9	4,07	1

Из реакции (4) следует, что образование NO зависит от концентрации O_2, и температуры в зоне реакции [2, 3].

Образование значительных количеств NO_x возможно лишь при температурах выше 1500°C. Такие температуры возможны в зоне горения камер сгорания ГТУ. За камерами сгорания располагаются зоны разбавления продуктов сгорания, где их температура снижается до значений, определяемых жаропрочностью лопаток турбины. В таких условиях конечная концентрация NO определяется не только температурой в зоне горения, но и последующим темпом охлаждения продуктов сгорания. Проведённые расчёты [4] показали, что скорость охлаждения, необходимая для заметного расщепления NO на N_2 и O_2, что на 2-3 порядка меньше реальной скорости охлаждения продуктов сгорания. Следовательно, конечная концентрация NO, образующаяся в камере сгорания ГТУ, определяется, в основном, максимальным уровнем температуры, достигаемой в зоне горения.

Результаты экспериментальных исследований пламени метана, этилена, пропана изложенные в [5, 2] подтвердили основные положения термической теории образования NO по реакциям 1 - 4. Кроме того, было обнаружено, что в углеводородном пламени, в отличие от пламени водорода и оксида углерода, при α=0,65-0,75 образуется некоторое дополнительное количество NOx («быстрые» оксиды азота). В реакционной зоне углеводородного пламени действует дополнительный механизм взаимодействия молекулярного азота воздуха с углеводородными радикалами, приводящий к образованию атомарного азота. Этот атомарный азот, взаимодействуя с кислородом, образует дополнительное количество «быстрых» NOx, в результате чего суммарное количество оксидов азота несколько превышает рассчитанное по термической теории. Однако, в условиях камер сгорания стационарных ГТУ количество «быстрых» оксидов азота вносят относительно незначительный вклад в общий уровень концентранции NOx, который определяется, главным образом, уровнем выхода термических NO.

Образование «топливных» оксидов азота зависит от вида топлива, содержания в нем N_2 и определяется, в основном, концентрацией кислорода в зоне выгорания и не зависит от температуры горения топлива.

Качественно схему образования CO при горении углеводородных топлив можно представить на примере горения метана CH_4 [6]:

$$CH_4 \rightarrow HCHO \rightarrow CO \rightarrow CO_2,$$

Если реакция протекает с недостаточным количеством кислорода, то возможно образование промежуточных продуктов - альдегидов, в том числе формальдегида. Причина неполного окисления - общий или локальный недостаток воздуха в объёме горения, быстрый отвод тепла от факела холодными поверхностями, недостаточное время пребывания продуктов горения в зоне высоких температур при большом теплонапряжении камер сгорания.

Догорание CO в CO_2 протекает следующим образом:

$$CO + OH = CO_2 + H \quad 5)$$
$$CO + O = CO_2 \quad 6)$$

Наибольший вклад в окисление CO вносит реакция (5).

Константа скорости этой реакции в интервале температур, характерных для современных камер сгорания ГТУ, описывается зависимостью:

$$k = 31 \cdot 10^{11} \exp(-600/RT) \quad (7)$$

В [4, 6] отмечается, что при горении переобедненных топливно-воздушных смесей с низкой гомогенностью образуется избыточное количество CO и его превращение в CO_2 происходит, главным образом, в первичной зоне. Повышение концентрации CO при сильно обедненных топливно-воздушных смесях связано с замедлением скорости реакции окисления CO в связи с низкими

температурами в зоне горения. Указанное обеднение смеси создаёт потенциальную опасность срыва пламени, что также может привести к увеличению концентраций CO в выхлопных газах. Горение «богатых» топливно-воздушных смесей с большой негомогенностью также приводит к образованию избыточных количеств CO, которые догорают в CO_2 уже во вторичной зоне при разбавлении продуктов сгорания охлаждающим воздухом.

Повышенное содержание CO в выхлопных газах ГТУ ведет к увеличению потерь от химической неполноты сгорания природного газа.

Из проведенного выше анализа, механизм образо

вания токсичных газов в камерах сгорания ГТД в основном зависит от:

−температуры в пламенной зоне;

−избытка кислорода в зоне горения;

−времени пребывания продуктов сгорания в области высоких температур;

−содержания связанного азота в топливе;

−смешивания горючего газа с воздухом.

Поэтому существующие методы подавления вредных выбросов в ГТД основаны на этих зависимостях. Эти методы можно классифицировать следующим обарзом:

1. Впрыск воды и водяного пара в зону горения;
2. Увеличение коэффициента избытка воздуха в зоне горения;
3. Рециркуляция продуктов сгорания;
4. Интенсификация смесеобразования;
5. Микрофакельное сжигание;
6. Сжигание предварительно подготовленной обедненной смеси;
7. Ступенчатое сжигание;
8. Каталическое сжигание и др. горения [7, 8, 9].

Сжигание предварительно подготовленной обедненной смеси.

В этом случае топлива с воздухом смешиваются до их поступления в зону реакции и горение протекает в кинетической области. Обеднение топливо воздушной смеси в сочетании с ее гомогенизацией обеспечивает не только снижение среднего температурного уровня в зоне горения, но и позволяет предотвратить образование локальных высокотемпературных и низкотемпературных зон, на границах которых, условия весьма благоприятны для образования NO.

Анализ зависимостей выхода NO от величины коэффициента избытка воздуха в зоне горения, полученных при диффузионном горении в турбулентном факеле природного газа и при горении ламинарных предварительно подготовленных смесей природного газа с воздухом, опубликованных в работах [8, 9], приводит к выводу что предварительное перемешивание способствует эффективному подавлению выхода оксидов азота, только при сжигании обедненных топливовоздушных смесей. Это обусловлено тем, что при диффузионном горении на выход NOx существенно влияет локальная температурная неравномерность. Увеличение турбулентности диффузионного пламени также приводит к росту эмиссии NOx [10, 11].

Опыты ВТИ на камерах сгорания с предварительным смешением, показали, что горелки с предварительным смешением ($B_{диф}$ =5-7%), при переходе с чисто диффузионного сжигания дают снижение концентрации NOx на режимах с $t_г$=1100°C в 4-5 раз [11].

Микрофакельная технология

Совершенствование и перспективы развития связаны с повышением параметров газа, ростом тепло напряжённости камер сгорания, улучшением их аэродинамики и снижением токсичности. Форсирование, улучшение рабочих характеристик и конструкций камер сгорания требуют развития основных положений, определяющих их рабочий процесс. Поэтому горелочные устройства ГТД должны:

1. Обеспечить полноту сгорания топлива;
2. Предварительно смешивать топливо и окислитель;
3. Эффективно работать в широком диапазоне нагрузки;
4. Равномерно распределить температурное поле в камере сгорания;
5. Работать без пульсаций давления и на различных топливах;
6. Обеспечить высокую объемную теплонапряженность КС;
7. Иметь минимальное аэродинамическое сопротивление.

Анализ разных способов и принципов горения микрофакельных устройств, показал особенности микрофакельного сжигания, который может максимально близко приблизиться к требованиям предъявляемым к КС представленных выше. Микрофакельное горение является разновидностью зонного горения [10,12].

Одним из видов микрофакельного сжигания в КС ГТД является использование микромодульных форсунок

Микромодульная воздушная форсунка

Для устранения недостатков традиционных камер сгорания ГТД, предлагается замена традиционных форсунок кольцевой камеры сгорания ГТД на множество микромодульных воздушных форсунок специальной конструкции с определенным расположением. Это обеспечит равномерное температурное поле в камере сгорания и высокую объемную теплонапряженность КС, соответственно, сокращение длины факела. Из-за уменьшения длины пламени, также снижается время пребывания реагентов в области высоких температур, что способствует снижению образования NOx.

Обсуждение. Специальная конструкция микромодульной воздушной форсунки (ММ-ВФ) будет состоять из нескольких зон: зона предварительной подготовки обедненной смеси; двух последовательных завихрителей и зона горения в камере сгорания. Часть воздуха через регистры поступает закрученным потоком в первую зону, где смешивается с топливом образуя «обедненую» топливо воздушную смесь. Количество этого форсуночного воздуха будет зависит от вида сжигаемого топлива и режима работы установки. Оно всегда будет подводиться в количестве меньше необходимого для начала воспламенения топлива. Далее обедненная смесь проходит через первый завихрительные лопатки для гомогенизации смеси и интенсификации массообмена. В случае сжигания жидкого топлива первый завихритель способствует полному дроблению капель топлива и эффективному смешиванию. После первого завихрителя гомогенная смесь через второй завихритель закрученным потоком поступает в камеру сгорания где интенсивно смешиваясь основным потоком воздуха начинает гореть.

Последовательное расположение двух завихрительных лопаток предотвращает проскок факела в зону обеденной смеси и срыв факела. А также их правильное расположение обеспечит изменение турбулентности и газодинамическую саморегуляцию КС при изменении нагрузки.

Помимо этого можно выполнить вариант подачи потока основного воздуха ступенчато, что в свою очередь поможет снизить локальные зоны повышенной температуры.

Такая оригинальная конструкция ММ-ВФ, где сочетается микрофакельная технология, завихрительная интенсификация и сжигания предварительно подготовленная смеси, позволит максимально снизить выбросы вредных газов, одновременно обеспечивая полноту сгорания топлива и высокую эффективность работы КС.

Но для разработки ММ-ВФ необходимы ряд теоретических и экспериментальных самостоятельных исследований по определению:

– эффективного диаметра микромодуля в зависимости от расхода топлива;
– количество форсуночного воздуха в зависимости от вида топлива;
– длину зоны смешивания обедненной смеси;
– шага между завихрителями;
– углы установки завихрителей;
– эмиссии токсичных выбросов;
– режимных характеристик и других переменных.

В КС ГТД мы имеем обычно турбулентное горение, поэтому должны учитывать неоднородность турбулентного потока, химию процессов горения и турбулентные флуктуации температуры, компонентов и плотности.

Заключение. Безусловно, турбулентность влияет на смешение и скорости реакции в процессе горения за счет флуктуации температуры. Поэтому мы постараемся и при моделировании, и при экспериментах провести замеры масштаба турбулентности потока, как в цилиндре в зависимости от степени закрутки, так и на выходе из ММВФ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д А. Окисление азота при горении. - М.; Наука, 1974. - 146 с.

[2] Fenimore C.P. Formation Nitric Oxide from fuel nitrogen in ethylene flames. // Combustion and Flame, 1972, V. 19, №2, pp. 289-296

[3] Кривоногое Б. М. Повышение эффективности сжигания газа и охрана окружающей среды. - Л.: Недра, 1986. -280 с.

[4] Христич В.А., Тумановский А.Г. Газотурбинные двигатели и защита окружающей среды. - Киев: Техника, 1983 г., 144 с.

[5] Fenimore C.P. Formation of NOx in premixed hydrocarbon flames. //13th Symp.jf Combust, The Combust. Inst., 1971, pp.373-380

[6] Лавров Н. В. Физико-химические основы процесса горения топлива. -М: Недра, 1971.-72 с.

[7] Arthur H. Lefebvre, Dilip R. Ballal Gas Turbine Combustion: Alternative Fuels and Emissions, Third Edition. CRC Press, 2010, p. 558.

[8] Dostiyarov A.M., Umyshev D.R, Tumanov M.E., Qiuwang Wang. Experimental investigation of v-gutter flameholders. Thermal Science. – 2017. Vol.21, №2. - P. 1011-1019.

[9] Достияров А.М. и др. Изучение скорости горения мелкомасштабного турбулентного пламени. Промышленность Казахстана. - 2015. - №4 (91). - С. 72-74.

[10] Достияров А.М. Микрофакельное горение в топливосжигающих устройствах. Монография. – Шымкент, ЮКГУ им. М. Ауезова, 1999. -181 с.

[11] Достияров А.М. и др. Анализ влияния угла установки закручивающих лопаток на процесс горения в микрофакельной горелке. Вестник АУЭС. – 2015. - № 4(31). - С. 19 –25.

[12] Umyshev D.R., Dostiyarov A.M., Tyutebayeva G.M. Experimental investigation of the management of NOx emissions and their dependence on different types of fuel supply// Espacios. – 2017, Vol.38, №24. – P.17.

Достияров А.М., Достиярова А.М. , Садыкова С.Б., Картджанов Н.Р.

ГТҚ-ның сақиналы жану камерасына арналған микромодульді ауа форсункалары

Түйіндеме. Жұмыста газ турбиналы қозғалтқыштың сақиналы жану камерасында практикалық маңызы бар микромодульді ауа форсункалары қарастырылады. Жұмыстың мақсаты ГТҚ сақиналы типті жану камераларының экологиялық тазалығын және тиімділігін арттырудың жаңа технологияларын ғылыми және практикалық іздеу болып табылады.

Түйінді сөздер: микромодульді ауа форсункалары(ММ-АФ), жану камерасы(КС), газтурбиналық қозғалтқыш(ГТҚ), зиянды газ шығарындылары, микрофакельді технология

UDK 536.423.1 ; 631.344 (088.8)

A.A. Genbach, N.O. J amankulova
(Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
dnellya@mail.ru)

THE USE OF HEAT PIPES IN FRUIT GROWING

Abstract. The method of heat protection and control of phenophases of fruit-trees by means of heat pipes in risky agriculture regions have been developed. The method is realized in the device based on the principle of a heat pipe (thermosyphon). The naturally circulating coolant can change the aggregate state, and the presence of a capillary-porous structure in the device facilitates efficient transport of the liquid. Due to transformation of heat on sublayers of a soil the coolant circulating in natural way redistributes, stabilizes and maintains temperature in volume of the soil from zero to minus 1 ºC. The capillary-porous body promotes the efficient circulation of the coolant due to the combined action of capillary and mass forces. The mathematical and physical model was created and an experiment was conducted to determine the operating pressure, temperature profile and the coolant flow rate. Using of heat pipes in fruit growing will bring the economic effect for a fruit zone of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: capillary-porous structure; control of phenophases; heat protection; ring energy divider; vaporisation

1. Introduction

The scientific basis of agricultural fruit growing is aimed at creating measures for managing the development of plants with the aim of obtaining annual high yields, increasing the viability and longevity of plants, where the processes of phenophase control take on particular importance.

Skillfully using external conditions and knowing the physiological state of plants well, a gardener can lengthen or shorten a particular phenophase, for example, it can change flowering, growth rates, reduce or increase the vegetation of individual organs.

Therefore, industrial horticulture uses smoke, artificial sprinkling, heated oil burners, whitewash and abundant watering to protect against spring frosts.

However, these tools restrain the flowering of flowers at best for 4-5 days, which is not enough to fight frost in the area of risky farming, for example, in the foothill areas [1, 2].

In addition, the measures listed above are costly to implement, are difficult to operate, and are ineffective [3-6].

The purpose of this development is to ensure stable annual yields in the area of risky farming due to the retention of their flowering, starting from the entire period of late autumn, winter and early spring, and the intensification of heat and mass transfer processes in heat pipes [7-13].

A technical solution representing a new method of heat protection and control of phenophases of fruit trees was developed for flowering detention. This allows heat to be transferred from the lower layers of the soil with the help of a coolant, thanks to the use of a new energy divider.

2. Heat protection method

This method differs from the known method of thermal plant protection. This method provides to redistribute, stabilizes and maintain the temperature in the soil volume occupied by the root system, from zero to minus 1 ºC, transferring the deep heat of the soil to the soil surface and cold from the soil surface to its depth by circulation, the solution is poorly saturated to supersaturated concentrations depending on climatic conditions or by evaporation in a radial gap containing a porous body.

It should be noted an important circumstance that during the vegetative period the roots of apple trees freeze slightly at a temperature of –3 °C [1-2].

Therefore, heating of the surface soil layers, where horizontal roots are located, plays a crucial role in the soil nutrition of the fruit tree, has more free access of air, is better supplied with moisture, where the vital activities of microorganisms accumulates, and in 8–16 year old apple trees 75% of roots are located in the humus horizon.

For creation in the middle part of the soil volume, where the main mass of roots, a temperature profile with a temperature near –1 °C and a significant increase in level of temperatures during the winter period in the upper layers of the soil is concentrated, heat and mass transfer processes are intensified, the temperature profile of the soil is stabilized and equalized with the help of a heat pipe with the formation of an annular space, with openings located in its end parts.

This method can be implemented with the help of a new device to protect against overheating and control the phenophases of fruit trees for flowering detention, which contains an energy divider as a heat pipe form with the coolant, including finned evaporators, a condenser and a plug.

A device that allows for a new method consists in the fact that the end part of the evaporator, equipped with a pointed deaf tip, includes a separator coaxially located with a heat pipe to form an annular space with holes in the ends and forming hot and cold streams of the coolant solution, for example, brine potassium salt (Fig. 1).

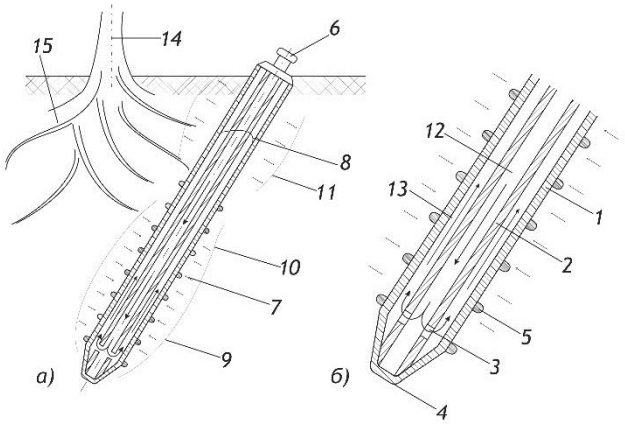


Figure 1. Energy divider for heat protection and control of phenophases of fruit trees: 1 - case of an energy divider; 2 - divider; 3 - holes; 4 - tip; 5 - ribs; 6 - cap cover; 7 - evaporator; 8 - condenser; 9,10 - heat supply zone; 11 - heat removal zone; 12 - coolant; 13 - brine; 14 - stem; 15 - root system.

The energy divider is made in the form of a heat pipe representing a closed evaporative-condensing circuit [7-9]. Instead of the wick used in a classic heat pipe, the annular channel is used to transport coolant using the thermopile principle.

Gravitational forces contribute to the movement of the coolant in the evaporation zone on the principle of thermosyphon, and the return of condensate is carried out in the annular channel. To intensify the return of condensate (hot brine), capillary forces of a porous material can be used, for example, a metal mesh porous structure that is placed in an annular channel. In this case, the boiling regime is effective [8-12]. In this device there is no gas flow, and heat and mass transfer is carried out by single-phase or boiling heat carrier [11].

3. Heat protection device

The device for heat protection of fruit-trees (Fig. 1) consists of the case of heat pipe 1 in which the energy divider 2 with the openings 3 located in its face parts is placed, and the divider is coaxially located with a thermal pipe with formation of ring interpipe space. A pointed blind tip 4, fitted with ribs 5, is put on the housing 1. Sealing and filling the heat pipe is carried out using a plug 6. The housing of the heat pipe 1 includes an evaporator 7 and a condenser 8. Device for heat protection of fruit trees works as follows.

As a rule, a heat pipe 1 is installed on the south, south-west, and southeast sides of the stem 14, and its full entry into the soil is facilitated by the pointed deaf tip 4. The heat pipe 1 is inclined to the stem 14, so that the evaporator 7, the end of which is designed as a tip 4 with ribs 5, is located in the middle part of the soil volume, where the main mass of the root system 15 is concentrated, i.e. near the center of this volume.

The upper end of the casing of the pipe 1, which is a condenser 8, to the cap 6 is located in the zone of the border, separating the soil and air from the soil. Through the plug 6 into the case of the heat pipe 1, the solution is filled with coolant 12, and depending on the climatic conditions determining the temperature of the soil surface, the concentration of the solution is selected appropriately so that it has a freezing temperature below the soil temperature during the coldest period of winter.

In other words, the coolant solution can have a state of low saturation to supersaturated, thereby determining the temperature of the pipe.

To intensify the processes of heat and mass transfer inside the housing 1, a separator 2 is installed with holes 3 located in the end parts, and the process of intensification is promoted by its coaxial arrangement with a heat pipe with the formation of the annular space [8].



a) b)

Figure 2. Ring energy divider in the manufacturing process (a); preparation for filling with coolant (b).

As a coolant solution, it is advisable to use potassium salt brine, since it does not pose a danger to the root system of a tree in case of partial leakage due to depressurization or corrosion of the heat pipe walls. Figures 3-4 show the ring-mounted energy divider in the process of manufacturing (3 a), filling with coolant (3 b) and installing it in the tree crown (4). Scopes and heat engineering characteristics of a ring energy divider relate to the solution of the food program in the agro-industrial complex and are presented in the works by the authors [7,8,10,14].



Figure 3. Installation and filling of the energy divider in the tree crown

4. Calculation of the ring energy divider for heat protection of fruit growing

An annular energy divider for heat protection of fruit trees was calculated. Calculation is based on a research of processes of a heatmass transfer in the closed vaporizing and condensation systems taking into account an intensification of processes of a heat transfer [7-13].

We consider the problem of soil freezing as a mathematical problem for a semi-infinite solid. The temperature distribution is obtained by integrating the Fourier-Kirchhoff unsteady heat conduction equation [14]

$$\frac{t_s - t_o}{t_s - t} = \mathrm{erf}(z), \tag{1}$$

where t_s - soil surface temperature which is equal to $-10\ ^{\circ}C$ for three months. The divider operation time is equal to $\tau = 3\times30\times24 = 2160$ hours.

The temperature of trees root system t_0 at the maximum depth X where the main mass of roots is located equals to $t_0 = -1\ ^{\circ}C$, since at such a temperature the roots of apple trees are not freeze.

The temperature of a surface of the soil before approach of frosts is equal to $t = 3\ ^{\circ}C$.

Error integral $\mathrm{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^z \exp(-\beta^2)d\beta.$ then $\mathrm{erf}(z) = \frac{-10-(-1)}{-10-3} = 0.692.$

The value z = 0.73 is determined in table III from paper [15].

$$z = \frac{x}{2\sqrt{a\tau}}, \tag{2}$$

where a – soil thermal diffusivity coefficient, $a = 1.1\times10^{-3}\ m^2 h^{-1}$.

The depth of soil cooling will be determined by

$$x = 2\sqrt{a\tau}\cdot z = 2\sqrt{1.1\cdot10^{-3}\cdot2160}\cdot0{,}73 = 2.2m. \tag{3}$$

Thus, the depth of soil cooling x = 2.2 m, where the main mass of roots is located, soil temperature equals to $t_0 = -1\,^{\circ}C$. Specific heat flow through the soil surface:

$$q = \frac{\lambda_s(t_s - t_o)}{\sqrt{\pi a \tau}} = \frac{1.51[-10-(-1)]}{\sqrt{3.14 \cdot 1.10^{-3} 2160}} = -4.98 Wm^{-2}, \quad (4)$$

where λ_s – soil heat conduction coefficient; $\lambda_s = 1.51\ W \cdot m^{-1}K^{-1}$; $\underline{t_s}$ – soil surface temperature; a – soil thermal diffusivity coefficient; τ – operating time of the divider.

For a heat pipe running on a coolant solution, thermodynamics may be described by the equation including if a capillary - porous structure is used as an annular liquid distributor:

$$\Delta t = (t_s - t_{L1}) + (t_{L1} - t_{L2}) + (t_{L2} - t_{L0}) =$$
$$= [-10-(-7)]+[-7-(-5)]+[-5-(-1)] = -3-2-4 = -9\,^{\circ}C \quad (5)$$

where t_{L1}, t_{L2} – temperatures of cold and hot brine.

The adopted temperature differences Δt are characteristic of the operation of heat pipes, i.e. devices with capillary-porous structure.

Accepting the crown of a tree with a diameter of d = 6 m, we may determine the surface soil, necessary for cooling:

$$F = 0.8 \times 6^2 = 28.8\ m^2. \quad (6)$$

The total heat flux equals to

$$Q = q \times F = 4.98 \times 28.8 = 143.4\ W. \quad (7)$$

The specific heat flux transferred by the heat pipe working at a brine is equal to $q_{hp} = 100\ W \cdot m^{-2}$;

Evaporator surface equals to $f = \pi \times d \times l = 143.4/100 = 1.43\ m^2$;

Taking the length of the evaporator equal to l=1.8 m, we define the diameter of pipe d=1.43/3.14×1.8=0.25 m.

Total pipe length equals to $l_{hp} = l + l_k = 1.8 + 1.2 = 3m$, where l_k is the condenser length.

Thus, a heat pipe (thermopile or thermosyphon) with a diameter of 0.25 m and a length of 3 m could provide cooling of the soil to -1^0C at a depth of 2.2 m with a tree crown diameter of 6 m.

The calculation proved that one heat pipe is enough for realization of the offered way by the described device. However, depending on the climatic conditions and age of the tree, devices can be placed at several points, usually located on the southern, southwestern and southeastern sides of the tree crown.

This method does not need large expenses for the construction of expensive trenches and metal for making a long coil located in a cylindrical shell covering the plant stem, and necessarily connected with atmospheric air

Also this method excludes the root system of trees located close to the soil surface from freezing especially in cold winters.

5. Economic prospects

The economic effect from the implementation of the proposed method of heat protection and management of phenophases of fruit trees will occur due to an increase in the annual yield from one tree by 30% or 100 kg per apple tree, since even under favorable spring conditions in the area of risky farming, flowering and fertilization of flowers occurs mainly on the northern side of the tree crown, i.e. useful crown area for aging is about 50%.

Calculation of economic effect on one fruit-tree would cover the needs of the population on the basis of this way is:

$$E = (n - E_n k) = 50 - 0.15 \times 10 = 48.5\ \$/tree, \quad (8)$$

where n is an increase in profits from sales of new products, $n = n_2 - n_1 = 0,5 \times (300-200) = 50$ $/tree. Here the minimum price of 1 kg of apples equal 0.5 dollars is agreed.

Let's accept 200 kg an average crop of apples on 1 tree before introduction of an invention; K- specific additional capital investments associated for increased yields, K= 10 dollars per tree; E_n – standard efficiency factor, $E_n = 0.15$.

So, the economic effect on introducing of the proposed invention can reach $ 48.5 per tree per year. It is need to note that Kazakhstan has more than 10 million apple trees including 3 million trees of the world standard. 80 % of apple trees are placed in the Almaty region, in the zone of risky farming where they give fruits of high quality.

In general, the suggested method of heat protection and control of phenophases of fruit trees for detention the beginning of flowering and a device for its introducing allow to control phenophases in the zone of risky farming, providing stable annual yields to meet the population's food needs.

Conclusion

The method of heat protection and control of phenophases of fruit trees in the area of risky farming has been developed and a device in the form of an annular energy divider operating on the principle of a heat pipe has been implemented. Naturally circulating coolant redistributes, stabilizes and maintains soil temperature from zero to minus 1 ˚C (−1 ˚C) by transforming the heat of the lower soil layers. The capillary -porous body promotes effective circulation of the coolant at the expense of joint action of capillary and mass forces. Mathematical and physical models were created and the operating pressure, temperature field and coolant flow rate were experimentally determined. The optimum of fluid flow rate is defined experimentally. Economic effect on one fruit-tree will be about $50, and not less than 500 million dollars a year for a fruit zone of the Republic of Kazakhstan. The area of a research needs to be expanded for other soil climatic conditions, for various high-rise fruit zones, orientation of slopes, for different species and varieties of fruit trees.

REFERENCES

[1] Tsvetkov E.I. *Big reference book by the gardener.* Moscow: Centrpoligraf, 351 p. (2010)

[2] Novichenkova U.Yu. *Apple trees in your garden.* Moscow: Eksmo, 320 p. (2015)

[3] Hessayon D. G. *The easy care garden expert.* Moscow: Kladez-Buks (Russian edition), 128 p. (2009)

[4] Kurdyumov N.I. Forming instead of trimming. Rostov - on the Don: Vladis, RIPOL Classic, 288 p. (2014)

[5] Brozman, D., Bajla J. Comparison of soil models in finite element analysis. Acta Tech. Agr., **15**, pp. 85–88. (2012)

[6] Dunca J., Duncova A., Svec O. Use of some mathematic methods for studying elastics properties of apple flesh. Acta Tech. Agr., **12**, pp. 31–33. (2009)

[7] Polyaev V.M., Genbach A.A. Applications of porous system. Proceedings of the universities, Moscow: Energy, **12**, pp. 97-101. (1991)

[8] Polyaev V.M., Genbach A.A. Management of heat transfer in porous structures. *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Power engineering and transport.* **38**, pp. 105-110. (1992)

[9] Polyaev V.M., Genbach A.A. Heat transfer in a porous system operating under the joint action of capillary and gravitational forces. Thermal Engineering, **7**, pp. 55-58. (1993)

[10] Genbach A.A., Genbach N.A. Investigation of capillary-porous systems in thermal power plants. Vestnik Almaty University of Energy and Communications, collection, Almaty, **13**, pp. 57-62. (2011)

[11] Genbach A.A., Olzhabayeva K.S. Heating device on a heat pipe for power plants. Vestnik of Kazakh National Technical University, **95**, pp. 62 - 68. (2013)

[12] Genbach A.A., Jamankulova N.O. Study of heat and mass transfer in capillary-porous cooling systems of a new class of energy thermal installations. Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, **365**, pp. 14-19. (2017)

[13] Genbach A.A., Jamankulova N.O., Terziev A, Investigation of heat-mass transfer in capillary-porous cooling systems. *Proceedings XXIII International Conference*, 17-20 September, Bulgaria, Sozopol, pp. 253-256. (2018)

[14] Lykov A.V. *Theory of heat conduction*. Moscow: Higher School, 600 p. (1967)

[15] Danko P.E. et al. *Higher mathematics in exercises and tasks.* Moscow: Higher School, 415 p. (1986)

Генбач А. А., Джаманкулова Н. О.

Жеміс өсіру кезінде жылу құбырларын пайдалану

Түйіндеме. Қауіпті егіншілік аудандарында жылу құбырларын қолдана отырып, жеміс ағаштарының фенофазаларын термиялық қорғау және бақылау әдісі жасалды. Бұл әдіс құрылғыда жылу құбыры (термосифон) принципіне сәйкес жүзеге асырылады. Табиғи түрде айналатын салқындатқыш сұйықтық агрегация күйін өзгерте алады, ал құрылғыда капиллярлы-кеуекті құрылымның болуы сұйықтықтың тиімді берілуіне ықпал етеді. Топырақ қабаттарындағы жылу конверсиясының арқасында табиғи айналатын салқындатқыш сұйықтық қайта

бөлінеді, топырақ көлеміндегі температураны нөлден минус 1 ºС дейін ұстап тұрады және ұстап тұрады. Капиллярлы-кеуекті дене салқындатқыштың тиімді айналымына ықпал етеді, бұл капиллярлар мен масса күштерінің біріккен әрекетіне байланысты. Математикалық және физикалық модель жасалды, жұмыс қысымы, температура профилі және салқындатқыштың ағу жылдамдығын анықтау үшін эксперимент жүргізілді. Жеміс өсіруде жылу құбырларын пайдалану Қазақстан Республикасының жеміс аймағына экономикалық пайда әкеледі.

Түйін сөздер: капиллярлы-кеуекті құрылым; фенофазаны бақылау; жылуды қорғау; жылу құбыры; булану.

Генбач А. А., Джаманкулова Н. О.

Использование тепловых труб при выращивании фруктов

Резюме. Разработан метод теплозащиты и контроля фенофаз плодовых деревьев с помощью тепловых трубок в районах рискованного земледелия. Способ реализован в устройстве по принципу тепловой трубы (термосифон). Хладагент с естественной циркуляцией может изменять агрегатное состояние, а наличие капиллярно-пористой структуры в устройстве способствует эффективному переносу жидкости. За счет преобразования тепла на подслоях почвы циркулирующий естественным образом, хладагент перераспределяет, стабилизирует и поддерживает температуру в объеме почвы от нуля до минус 1 ºС. Капиллярно-пористое тело способствует эффективной циркуляции охлаждающей жидкости благодаря совместному действию капиллярных и массовых сил. Была создана математическая и физическая модель, и был проведен эксперимент для определения рабочего давления, профиля температуры и скорости потока охлаждающей жидкости. Использование тепловых труб в плодоводстве принесет экономический эффект для плодовой зоны Республики Казахстан.

Ключевые слова: капиллярно-пористая структура; контроль фенофаз; теплозащита; тепловые трубы; парообразование

ӘОЖ 004.942

A.N. Murzakhmetov[1] N.K. Beisov[2]
([1]M.Kh. Dulaty Taraz State University, Taraz, Kazakhstan.
E-mail:aslanmurzakhmet@gmail.com
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

ANALYSIS OF THE INFORMATION DISSEMINATION IN THE SPACE OF CELLULAR AUTOMATA

Abstract. Currently, social networks are one of the key areas to research. In economic terms, it is interesting to marketers and business analysts. Analysis of social networks allows you to better explore the processes of customer interaction with companies. Modern analytical tools allow you to effectively assess the characteristics of individual clients and groups, identify trends of interest and solve important strategic tasks of the company in the future. The result of the research of information dissemination with using cellular automata shows that information recipients are divided to different groups. Such methods allow for simulating various ideas and advocacy in society. The purpose of the work is the simulation of the ability to monitor the actual growth of the number of users who have received information transmitted in a certain period. This model provides information about number of users and the speed of information dissemination.

Keywords: cellular automata, information dissemination, social networks, modeling, information systems.

А.Н. Мурзахметов[1], Н.К.Бейсов[2]
(М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекетік университеті, Тараз қаласы, Қазақстан.
e-mail:aslanmurzakhmet@gmail.com)
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қаласы, Қазақстан)

ЖАСУШАЛЫ АВТОМАТ КЕҢІСТІГІНДЕ АҚПАРАТТЫҢ ТАРАЛУЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Қазіргі таңда әлеуметтік желілер арқылы таралатын ақпараттарды зерттеу өзекті бағыттардың бірі болып табылады. Экономикалық тұрғыдан бұл маркетологтар мен бизнес-талдаушылар үшін қызықты. Әлеуметтік желілерді талдау клиенттермен компаниялардың өзара әрекеттесу процесін жақсырақ зерттеуге мүмкіндік береді. Заманауи талдау құралдары жекелеген клиенттердің және топтардың ерекшеліктерін бағалауға, қызығушылық үрдістерін анықтауға және болашақта компанияның маңызды стратегиялық мақсаттарын шешуге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: жасушалы автомат, ақпараттың таралуы, әлеуметтік желілер, модельдеу, ақпараттық жүйелер.

Кіріспе. Әлеуметтік желілердің негізгі міндеттерінің бірі - ақпарат тарату. Яғни, мақалалар, хабарламалар аудио, бейне және басқа да ақпарат түрлері әлеуметтік желілердің негізі болып табылады. Ақпараттар әлеуметтік желілерге байланыс құралдары немесе бұқаралық ақпараттар құралдары (БАҚ) арқылы жүзеге асады. Веб-блогтар мен басқа да онлайн бұқаралық ақпарат құралдарының пайда болуымен (жаңалықтар порталы, форумдар және т.б.) ақпараттардың таралу үрдісін талдау жеңілдей түсті. Барлық ақпараттар жалпыға қолжетімді доменде сақталады, пайдаланушылар ақпаратты мәтін бойынша да, рейтингтік жүйе арқылы да (мысалы, «лүпіл», «бөлісу» белгілері) өз пікірін ашық түрде бөліседі. Мұның бәрі ақпараттарды таратудың үдерістерін бақылауға және таралу әсерін бағалауға мүмкіндік береді [1-3]. Дегенімен әлеуметтік желілерде ақпарттың таратылуын модельдеу қиын тапсырмалардың бірі болып қала береді. Мұның себебі, үлкен көлемді ақпарттардың түрлі дереккөздерден жинаумен байланысты. Бұдан бөлек, зерттеу үшін әлеуметтік желілердің ұсыныстар, сілтемелер, тегтер, хабарламалар сияқты элементтерін өңдеу және қадағалау қажет [4-7].

Әсер ету - бұл өзара ықпалдасу барысында басқа субъектінің, яғни жеке адамның немесе ұжымның, мінез-құлқын, көзқарасын, ниетін, идеяларын және талдауын өзгерту процесі және нәтижесі болып табылады [8].

Психологтардың зерттеуі көрсеткендей [9], көбінесе әлеуметтік желілердегі агенттерге шешім қабылдау үшін қажетті деңгейдегі ақпарат жетіспейді немесе оны өздігінен өңдей алмайды, сондықтан олардың қабылдаған шешімдері басқа агенттердің шешімдеріне немесе идеяларына негізделуі мүмкін (әлеуметтік ықпал). Әлеуметтік ықпал екі процесте жүзеге асырылады: қарым-қатынас (қарым-қатынас барысында, тәжірибе алмасу және ақпарат алмасу, белгілі бір мәселелерді және идеяларды талқылау) барысында және салыстыру (әлеуметтік идентификациялау мен басқа агенттермен өзін салыстыру, стратегиялық артықшылығын табу, басқа агент «менің жағдайымда болса, не істемек?» деген сұраққа жауап беру барсында инновацияларды қабылдай алады. Әлеуметтік желілер ақпараттың, идеялардың таралуына және оның мүшелері арасында ықпал етуде үлкен рөл атқарады. Әлеуметтік желілердегі ақпараттың таралуы «инновацияның таралуы» (*diffusion of innovations*) терминімен тығыз байланысты [10,15], сондықтан төменде қарастырылған кейбір ұғымдар осындай диффузияның модельдерін қарастырылады.

Тапрсыманың қойылымы. Жұмыстың мақсаты белгілі уақыт аралығында желіде таратылған ақпаратты қабылдаған пайдаланушылар санының нақты өсуін бақылау мүмкіндігін модельдеу. Мұндай модель пайдаланушылардың көлемі және ақпараттың таралу жылдамдығы туралы ақпарат береді.

Зерттеу әдісі. Зерттеу барысында ақпараттың таратылу процесін модельдеу үшін жасушалы автомат таңдалынды. Жасушалы автомат - бұл бір-бірімен байланысқан біртекті жасушаларды қамтитын дискретті динамикалық жүйе. Бұл кез-келген жасуша кез-келген сәтте шекті күйлердің біреуін қабылдай алатын ерікті өлшемдер торы және де торлардың бір ұяшықтан басқа ұяшықтарға ауысуы белгісі ережесі бойынша орындалады. Әрбір жасушаның күйі осы жасушаның маңында орналасқан жасушалармен анықталады [11,12]. Сондықтан, мұндай анықтама әлеуметтік желілер анықтамасына қайшы келмейді. Осыған сүйене отырып, біз бұл модель әлеуметтік диаграмманы құруға және әлеуметтік процестерді модельдеу үшін қолайлы деп есептей аламыз.

Зерттеу нәтижесі. «Ең жақын көршілер» жиынтығы *j* нөмірлі соңғы автомат маңы деп аталады. *t+1* уақытындағы *j* жасуша автоматының жағдайы келесідей анықталады:

$$y_j(t+1)=F(y_j(t),O(j),T),$$

мұндағы *F* - бұл ереже (мысалы, логикалық алгебра тілінде), *O(j)* - көршілер, *t* - қадам.

Жасушалы автомат келесі ережелермен анықталады:

– әрбір жасушадағы мәндердің өзгеруі бір мезгілде жүреді (уақыт бірлігінің өзгеріуі қадам болып табылады);

– жасушалы автомат желісі біртекті болып табылады, яғни ереже барлық жасушаларға бірдей;

– жасуша тек көрші жасушаға ықпал ете алады;

– жасуша күйінің саны.

Жасушалы автоматтың теориясы инновация диффузиясын талдау үшін қолданылады. Бұл процесс интернет желісіндегі ақпараттардың таралуына өте ұқсас. Яғни, модельді біздің тапсырмаға

сәйкес түрлендірсек: жеке адам екі жағдайды бірін қабылдайтын ұяшыққа сәйкес келеді: 1 - ақпарат қабылданды, 0 - ақпарат қабылданбады. Айтарлық, ақпаратты бір рет қабылдағаннан кейін жасуша өзгеріссіз қалады. Автомат жақын көршілердің пікірін ескере отырып, ақпаратты қабылдау немесе қабылдамау туралы шешім шығарады: егер ақпарат *m* көршілермен қолдас, *p* - ақпараттарды қабылдау ықтималдығы болса, және егер *pm>R, мұндағы R* - тіркелген шекті мән, онда жасуша ақпаратты қабылдайды. Сонымен қатар, ақпарат түріне қосымша талаптар қойылуы мүмкін: жасуша соңғы ақпаратқа ие (қызыл түсті), жасушадағы ақпарат ескірген (көк түсті), жасушада ақпарат жоқ немесе ол туралы ұмытылып кеткен (ақ түсті).

Ақпараттардың таралу ережелері:

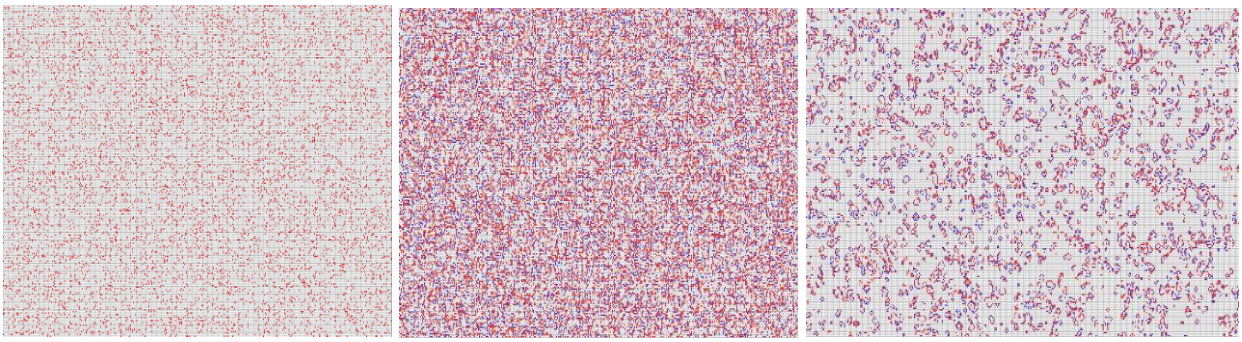
1) алдымен, әрбір ұяшық ақ түспен және бөлек бір ұяшық қызыл (ақпарат алған) боялады;

2) жасуша түсін қызыл өзгерте алады (ақпаратты қабылдады) немесе ақ түсті болып қалуы мүмкін (ақпаратты қабылдамады);

3) егер диффузияның таралу үлгісінде (1) ереже орындалатын болса, ақ түсті жасушаның түсі өзгереді (егер *m*<3 болса, онда *p* мәні 1,5 есе артады, *m* – қызыл түсті жасушалар саны);

4) егер жасуша қызыл болса және айналасындағы барлық жасушалар тек қызыл немесе көк болса, онда жасушаның түсі көкке түске ауысады (ақпарат ескіреді);

5) егер жасуша көк болса және айналасындағы жасушалар тек қызыл немесе көк болса, онда ол түсін ақ түске өзгертеді (ақпарат ұмытылады).



а *б* с

1-сурет. Ақпараттың таралуын кеңістікте модельдеу нәтижелері:
а – бастапқы күй, б – 30 қадам, с –соңғы күй

Сурет 1 сәйкес көрсетілгендей осы үдерістердің әртүрлі уақытын аралығында сандық модельдеу нәтижесі көрсетіледі. Уақыт өте келе, қауымдастықтағы агенттер ақпаратты қабылдаған және қабылдамаған түрлі топтарға бөлінгені көрінеді.

Қорытынды. Жасушалы автоматтардың көмегімен ақпараттардың әлеуметтік желіде таралуын зерттеу нәтижесі белгілі уақытта ақпаратты қабылдаушылар түрлі топтарға бөлінетіндігін көрсетті. Мұндай әдістер қоғамда түрлі идеяларды, үгіт-насихат жұмыстарын модельдеуге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Christoff Z., Hansen J.U. Two-tiered formalization of social influence. Logic, Rationality and interaction, proceedings of the fourth international workshop // Lecture Notes in computer science. Springer, 2013, Vol. 8196, pp.68–81.

[2] Cha M., Haddadi H., Benevenuto F., Gummadi K. Measuring User Influence in Twitter: The Million Follower Fallacy // ICWSM 2010 - Proceedings of the 4th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media, ICWSM 2010; Washington, DC; United States, pp. 10-17.

[3] Acemoglu D. Ozdaglar A. Opinion dynamics and learning in social networks // Dynamic Games and Applications, 2011, Vol.1(1), pp. 3-49. doi:10.1007/s13235-010-0004-1.

[4] Ломакин С. Г., Федотов А. М. Анализ модели передачи информации в сети клеточных автоматов // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии, 2014. Т. 12, Вып. 3. –Стр. 86–99.

[5] Fedotov A.M., Murzakhmetov A.N., Dyusembaev A.E., Grishko M.V. To Analysis of the Model of Innovation Diffusion in the Social Systems under the Influence of the Media and Interpersonal Communication // Information, 2018, Vol.21, No.3., pp.1187-1196.

[6] Fedotov A.M., Murzakhmetov A.N., Dyusembaev A.E. Expansion of ideas and processes in social and biological communities // Eurasian journal of mathematical and computer applications, 2018. ISSN 2306–6172, Vol. 6, Issue 4. pp. 7-28

[7] Fedotov A.M., Murzakhmetov A.N., Dyusembaev A.E. Model of innovation diffusion in the social systems under the influence of the media and interpersonal communication // ISIS2017 The 18th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, October 11-14, 2017, EXCO in Daegu, South Korea, pp. 916-922

[8] Иващенко А.А., Новиков Д.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. – М.: КомКнига, 2006. – 332 с.

[9] Beutsch M., Gerard H.B. A Study of Normative and Informational Social Influences upon Individual Judgment // Journal of Abnormal and Social Psychology, 1955, No. 51, pp. 629-636.

[10] Elihu K., Lazarsfeld P. Personal Influence: the Part Played by People in the Flow of Mass Communications. 2005. Ill.: Routledge, -434 p.

[11] Тоффоли Т., Марголус Н. Машины клеточных автоматов: Пер. с англ. - М.: Мир, 1991. - 280 с., ISBN 5-03-001619-8

[12] Лобанов А.И. Модели клеточных автоматов // Компьютерные исследования и моделирование. 2010. Т. 2 №3, -Стр. 273-293.

[13] Kermack W.O., McKendrick A.G. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics // Proc. of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 1927.No. 115(772), pp.700-712. DOI:10.1098/rspa.1927.0118. JSTOR 94815

[14] Friedkin N.E. Structural Cohesion and Equivalence Explanations of Social Homogeneity // Sociological Methods and Research. 1984. No.12. -pp. 235–261.

Keller M. Social Media and Interpersonal Communication // Social Work Today, 2013,Vol. 13, No.3, pp.10-18

Мурзахметов А.Н., Бейсов Н.К.

Анализ распространения информации в пространстве клеточных автоматов

Резюме: В работе представлены результаты моделирования распространения информации в среде клеточных автоматов. Результаты исследования в экономическом плане могут быть интересны маркетологам и бизнес-аналитикам. Анализ социальных сетей позволяет лучше исследовать процессы взаимодействия клиентов с компаниями. Современные аналитические инструменты позволяют эффективно оценивать особенности отдельных клиентов и групп, выявлять интересующие тенденции и решать важные стратегические задачи компании в будущем.

Ключевые слова: клеточные автоматы, распространение информации, социальные сети, моделирование, информационные системы.

УДК 622.271

A. Toktarov, S. Moldabayev
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: ayan_tok89@mail.ru, moldabaev_s_k@mail.ru)

THE RELOADING DEVICE DEVELOPMENT OF CYCLIC-FLOW TECHNOLOGY COMPLEXES FOR CRAMPED CONDITIONS OF DEEP OPEN PITS

Abstract. One of the main problems of the mining industry is still related with the movement of rock mass in deep open pits. Using of the cyclic-flow technology (CFT) is considered as one of the main directions of solving the transport problem in deep open pits.

The article presents an analysis of use the cyclic-flow technology in domestic and foreign open pits and proposes a solution to improve the efficiency of the CFT complexes using in deep ore open pits.

Key words: deep open pit, ore, cyclic-flow technology, reloading device, dump truck, conveyor.

А. Токтаров, С. Молдабаев
(Satbayev University,
Алматы, Казахстан
E-mail: ayan_tok89@mail.ru, moldabaev_s_k@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПЕРЕГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ ЦПТ ДЛЯ СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЙ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

Аннотация. Одна из главных проблем горнорудной промышленности по-прежнему связана с перемещением горных пород на глубоких карьерах. Применение циклично-поточной технологии (ЦПТ) рассматривается как одно из основных направлений решения транспортной проблемы глубоких карьеров.

В статье приведен анализ применения циклично-поточной технологии на отечественных и зарубежных карьерах и предложено решение по повышению эффективности использования комплексов ЦПТ в глубоких рудных карьерах.

Ключевые слова: глубокий карьер, руда, циклично-поточная технология, перегрузочное устройство, автосамосвал, конвейер

Введение. В результате анализа действующих на железорудных карьерах ближнего и дальнего зарубежья дробильно-конвейерных комплексов выявлено, что своевременный переход на ЦПТ в условиях постоянно возрастающей их глубины позволяет сократить затраты на транспортирование горной массы с больших глубин на 15-20%, снизить себестоимость добычи руды на 10-15%, повысить производительность труда на основных технологических процессах в 1,2-1,5 раз [1-8].

Одним из сдерживающих факторов внедрения ЦПТ на железорудных карьерах Казахстана является не всегда положительный опыт эксплуатации действующих комплексов ЦПТ. На большинстве из них так и не достигли своей проектной производительности, которая в настоящее время освоена только на 50-60%. Данные по их работе свидетельствуют также о низком коэффициенте использования во времени.

В стесненных условиях глубоких карьеров возникают проблемы размещения устройств для дробления горных пород, особенно модульного поверхностного исполнения, и маневрирования груженных самосвалов в пунктах перегрузки. Существенным недостатком эксплуатируемых пунктов перегрузки с конвейера в железнодорожный транспорт является значительная ширина погрузочно-транспортных площадок, что увеличивает объемы разноса бортов карьеров. Расширение границ эффективного применения ЦПТ является стратегически важным направлением развития при решении транспортной проблемы на глубоких карьерах.

Обзор и анализ конструкций перегрузочных устройств.

В странах СНГ, особенно на карьерах Кривбасса, широкое распространение получили перегрузочные пункты, оборудованные конусными дробилками крупного дробления.

Достоинства стационарных перегрузочных пунктов, оборудованных конусными дробилками типа ККД-1500:

- при ЦПТ перегрузочный пункт занимает в карьере небольшую площадь, поскольку разгрузку автосамосвалов осуществляют непосредственно в бункер дробилки. Это позволяет консервировать в целиках значительно меньшие запасы руды, чем при автомобильно-железнодорожных перегрузочных площадках;
- одновременно с перегрузкой осуществляется механическое дробление руды в карьере;
- высокая надежность конусной дробилки, как с точки зрения дробления весьма крепких пород (крепостью до 20 по М.М. Протодъяконову), так и поступления негабаритных кусков руды;
- высокая производительность дробилки.

Однако такие перегрузочные пункты имеют ряд недостатков:

- большая высота перегрузочного пункта, оборудованного конусной дробилкой. Из-за того, что привод дробилки находится внизу, высота перегрузочного пункта составляет свыше 30 метров. Это приводит к переподъему горной массы;
- конусная дробилка из-за неуравновешенности требует мощного фундамента.

Многочисленные попытки создать передвижной перегрузочный пункт на базе конусной дробилки для крепких пород оказались безрезультатными. Кроме того, при использовании конусной дробилки в качестве передвижной, загрузку осуществляют питателем, что лишает ее важнейшего преимущества перед другими типами дробилок – работы под завалом горной массы. Кроме того, производительность дробилки ограничивается производительностью питателя. При загрузке дробилки питателем происходит односторонний износ чаши дробилки.

Проводятся также многочисленные попытки создания дробилок для передвижных перегрузочных пунктов. Наиболее близкими к реализации были конусно-валковые дробилки конструкции завода НКМЗ и ИГТМ НАН Украины [10]. Большой объем работ по эффективному применению передвижных дробильно-перегрузочных комплексов в глубоких карьерах выполнен в ИГД УрО РАН под руководством член-корр. РАН В.Л. Яковлева [9,11].

Для обустройства стационарного перегрузочного пункта (СПП) необходимо наличие борта карьера, поставленного в проектное положение. СПП может быть укомплектован дробильно-грохотильным оборудованием и бункером-накопителем. При отсутствии бункера-накопителя возле

СПП следует размещать склад горной массы с перегрузкой ее экскаватором или колесным погрузчиком.

Разгрузка автосамосвалов в бункер может осуществляться как с тупиковым разворотом, так и со сквозным. Перегрузка может быть предусмотрена как на нижнем горизонте установки конвейера, так и на нескольких концентрационных горизонтах. Дробилка, грохот и бункер-накопитель могут находится в теле уступа. В противном случае необходимо предусмотреть наличие пластинчатого питателя для подачи горной массы в дробилку и эстакады для разгрузки автосамосвалов [10].

Недостатком известного устройства для разгрузки автосамосвалов в бункер в теле уступа [12] является невозможность сквозного проезда автосамосвала для разгрузки над бункером, что увеличивает время разгрузки и уменьшает производительность автосамосвала.

Известно также устройство для разгрузки автосамосвалов в бункер со сквозным проездом [13], недостатками которого являются достаточная сложность устройства и ограниченное количество автосамосвалов в заданном цикле разгрузки в бункер, из-за чего уменьшается производительность конвейерной установки при совместной эксплуатации в одной технологической линии.

Основные затраты при размещении в карьерах комплексов ЦПТ связаны с оборудованием и строительными работами по подготовке дробильного и концентрационного горизонтов, располагаемых на его бортах.

Разработка и обоснование устройства перегрузочного пункта для стесненных условий глубоких карьеров. Задача исследования состояла в усовершенствовании устройства для разгрузки пород из автосамосвалов в бункер, в котором путем введения новых элементов и их взаимодействия достигается возможность обеспечения сквозного проезда и разгрузки автосамосвалов в заданном режиме непрерывной технологической линии транспортировки, особенно скальных пород из действующих железорудных карьеров глубиной до 600-800 м и за счет этого обеспечить снижение затрат и повышение производительности труда в целом (рисунок 1).

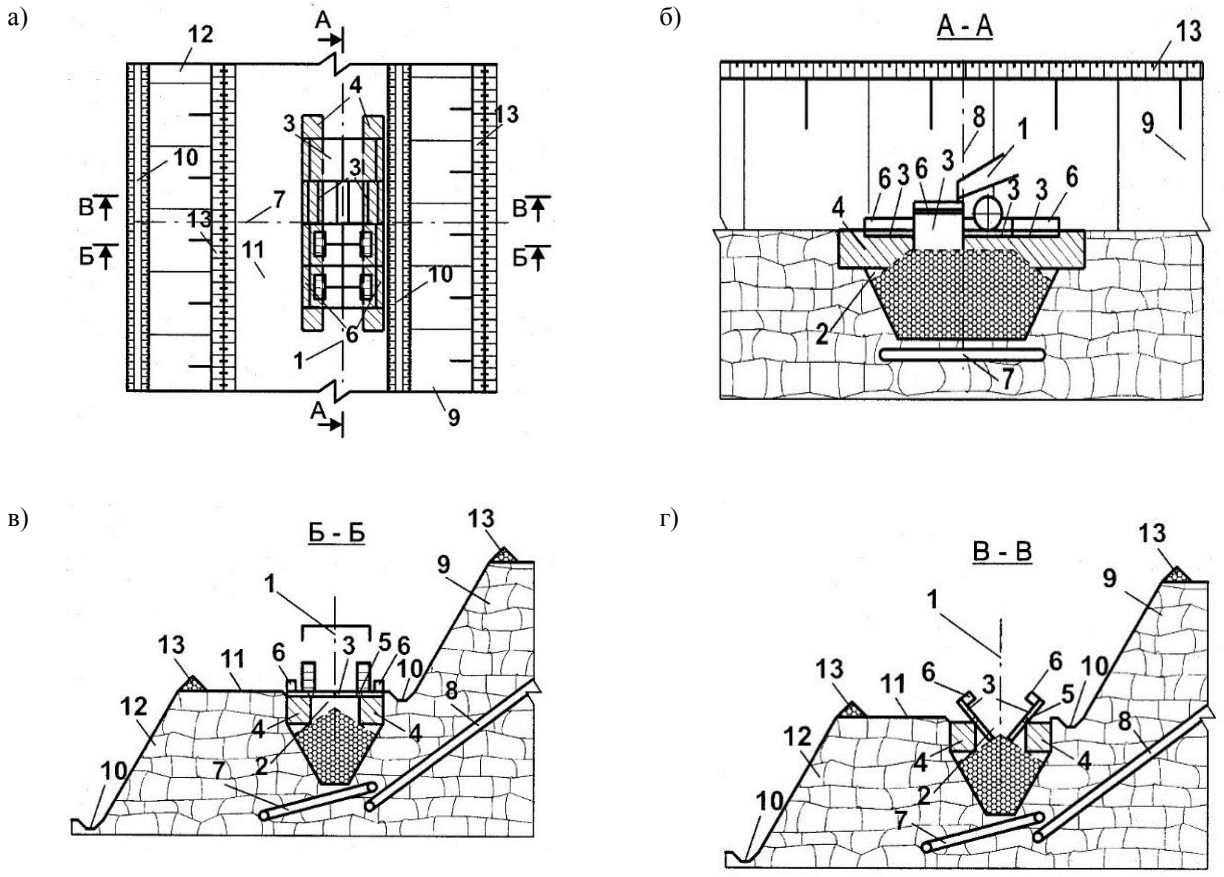


Рис. 1. Разработанное устройство для разгрузки скальных пород в бункер со сквозным проездом автосамосвалов

Задача решается тем, что в известном устройстве для разгрузки пород из автосамосвалов в бункер, включающий мост с несущим элементом на опорах и противовеса, и отличается тем, что несущий элемент выполнен в виде одинаковых парных плит, каждая из которых имеет жестко закрепленный на внешнем крае противовес и соединен подвижно с осью вращения с возможностью поворота относительно внутренних концов в направлении друг от друга для разгрузки под действием выгруженной самосвалом породы и возврата в исходное положение после разгрузки с помощью противовесов, которые закреплены как барьерное ограждение для возможности безопасного прямолинейного движения автосамосвалов, которые разгружены.

На рисунке 1а показано устройство для разгрузки скальных пород в бункер со сквозным проездом автосамосвалов, вид сверху; на рисунке 1б – то же, продольный разрез А – А; на рисунке 1в – то же, поперечное сечение Б – Б; на рисунке 1г – то же, поперечное сечение В – В.

Устройство для разгрузки пород из автосамосвалов 1 в бункер 2, который перекрыт сверху секционными одинаковыми горизонтальными парными плитами 3, каждая из которых закреплена подвижно на соответствующих продольных несущих балках 4 с возможностью поворота внутреннего края каждой парной плиты 3 на осях вращения 5 из горизонтального положения друг от друга в направлении разгрузки в бункер 2 под углом, большим за природный угол откоса породы, которая перегружается. Безопасность движения автосамосвалов 1 вдоль моста обеспечивается барьерными ограждениями-противовесами 6, закрепленных соответственно на внешних краях каждой парной плиты 3.

Работа устройства обеспечивается следующим образом. Загруженный породой автосамосвал 1 к приемному пункту с бункером 2 по железобетонным балкам 4 заезжает для разгрузки на одну из свободных разгрузочных парных плит 3 в закрытом положении, которая выполнена подвижно с поворотом вокруг продольных осей вращения соответствующих опор 5. Автосамосвал 1 останавливается за границей парных плит 3 и выгружает породу на них. Под действием веса породы парные плиты 3 вращаются на осях вращения 5 с перемещением продольных внутренних краев в направлении разгрузки в бункер 2. Это сопровождается постановлением разгрузочных плит 3 с горизонтального положения в открытое, благодаря чему порода попадает в бункер 2. При заезде автосамосвала 1 на парные плиты 3 ограждения-противовеса 6 служат барьером для безопасного движения. После разгрузки автосамосвал 1 съезжает из плит 3, а открытые разгрузочные плиты 3 под действием веса барьерных ограждений-противовесов 6 возвращаются в закрытое положение. Непрерывный цикл разгрузки автосамосвалов 1 в бункер 2, и их прямолинейное движение над бункером 2 обеспечивают непрерывный грузопоток.

После поступления скальной породы в бункер 1 происходит ее дальнейшее перемещение через перегрузочный конвейер 7 на магистральный конвейер 8 или другой вид транспорта, которым порода выдается на дневную поверхность. Для предупреждения попадания подземных вод в бункер 2 в подошве верхнего уступа 9 сооружают водоотводную канаву 10. Для предотвращения падения автосамосвалов 1 и другого подвижного оборудования с площадки для проезда вспомогательного оборудования 11 на нижний уступ 12 на его верхней бровке сооружают предохранительный породный вал 13.

Экономический эффект от использования устройства для разгрузки пород из автосамосвалов в бункер рассчитывается по формуле:

$$\text{Е} = \left(Q_{\text{з}} - Q_{\text{д}}\right) \cdot \left(\frac{\text{С}}{Q_{\text{д}}}\right) = (24{,}64 - 23) \cdot \left(\frac{92}{23}\right) = 6{,}56 \text{ млн.USD/год}$$

где $Q_з$ – годовая производительность автосамосвалов с использованием предлагаемого устройства для разгрузки пород, т/год; С – общие затраты на эксплуатацию автосамосвалов, млн. USD / год; $Q_д$ – годовая производительность автосамосвалов с разгрузкой скальных пород с помощью действующего устройства, т/год.

Применение устройства для разгрузки пород в бункер со сквозным проездом автосамосвалов, которое заявляется, позволяет сократить срок рейса автосамосвала за счет уменьшения времени цикла разгрузки и, тем самым, увеличить производительность действующих автосамосвалов.

Внедрение в производство устройства для разгрузки пород в бункер со сквозным проездом автосамосвалов на экспериментальном карьере позволит получить годовой экономический эффект в размере 6,56 млн. USD.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования устройства для разгрузки пород с автосамосвалов на крутонаклонный конвейер, что достигается путем введения новых элементов и их

взаимодействия за счет обеспечения сквозного проезда и разгрузки автосамосвалов в заданном режиме непрерывной технологической линии транспортировки, особенно скальных пород на глубоких горизонтах действующих железорудных карьеров, что позволит достичь снижения затрат и повышения производительности труда в целом.

Задача решается тем, что в известном устройстве для разгрузки горной массы из автосамосвалов на конвейер присутствует мост с несущим элементом на поворотных опорах и отличается тем, что после проезда автосамосвала порода разгружается на поворотные мосты, которые соединены с балками шарнирами (опорными подшипниками скольжения), расположенными перпендикулярно балкам, по которым движется автотранспорт и обеспечивают за счет веса горной массы их раскрытие. При этом противовесы служат в качестве барьерного ограждения, расположены по обоим сторонам балок с внешней стороны проезда и обеспечивают прямолинейное движение автосамосвалов соответствующей грузоподъемности.

На рисунке 2, вид сверху, изображено устройство для разгрузки автосамосвалов на крутонаклонный конвейер с разгрузкой автосамосвалов с одной стороны бункера, на рисунке 3 – разрез А – А, на рисунке 4 – разрез Б – Б, в котором: 1 – автосамосвал, 2 – железобетонные опорные балки, 3 – разгрузочные мосты, 4 – ограждения-противовесы, 5 – опорные подшипники скольжения, 6 – рудоспуск, 7 – конусная дробилка ККД-1500/180, 8 – пластинчатый питатель, 9 – крутонаклонный конвейер, 10 – направление движения автосамосвалов.

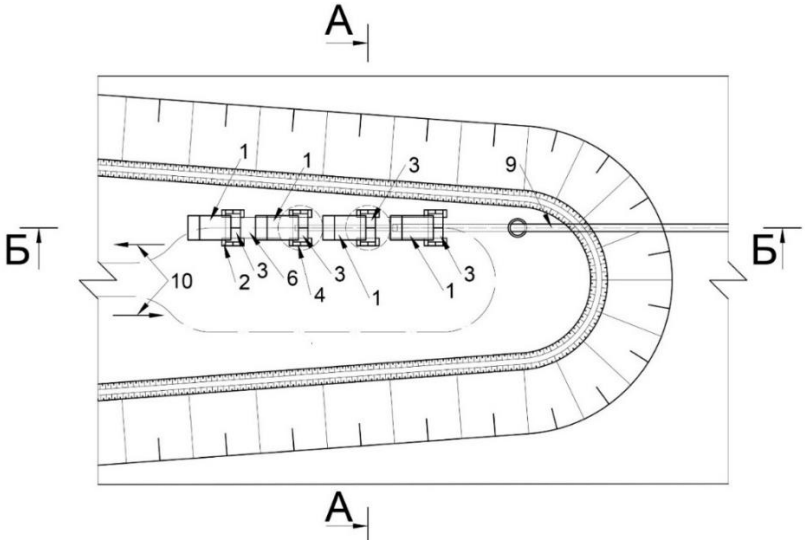


Рис. 2. Вид сверху пункта разгрузки автосамосвалов в опережающей разрезной траншее с одной стороны бункера

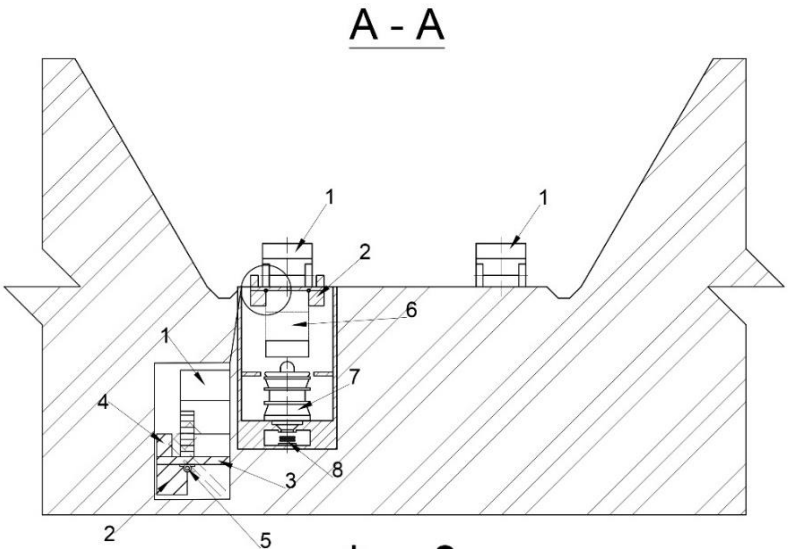


Рис. 3. Разрез по линии А-А

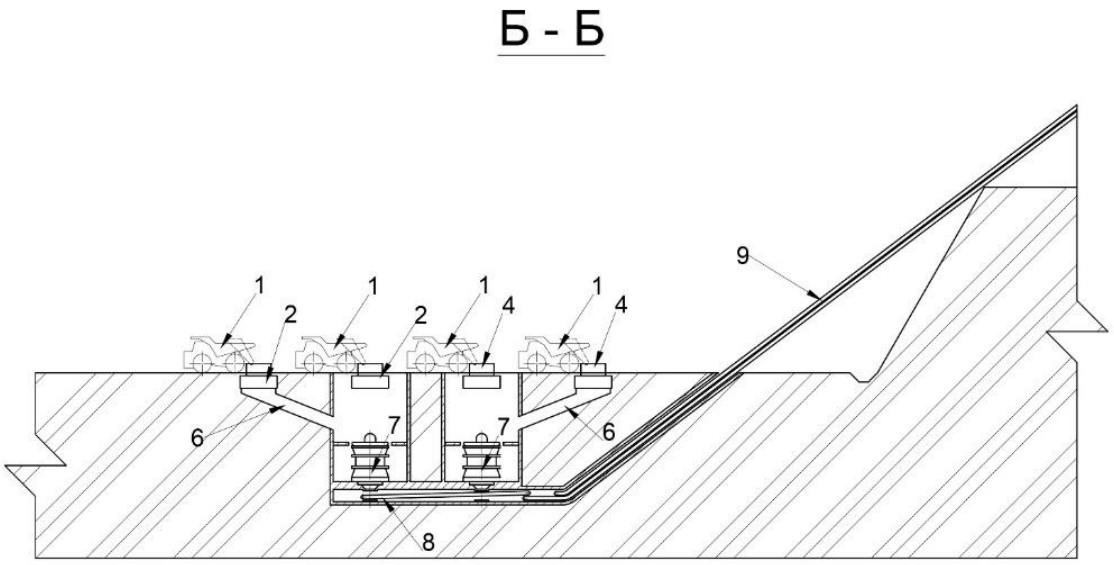


Рис. 4. Разрез по линии Б-Б

Основным преимуществом одновременной разгрузки до 4-х или 5-ти автосамосвалов является постоянная полная загрузка ленты конвейера, что в отличие от существующих пунктов разгрузки с тупиковым разворотом автосамосвалов и одновременной разгрузкой не более двух гарантирует на практике освоение проектной производительности комплекса ЦПТ. Маневрирование груженных автосамосвалов на пункте перегрузки постоянно разрыхляет грунт основания площадки и увеличивает дополнительные затраты на ее планирование и уплотнение путем укатывания, что также увеличивает вынужденные простои эксплуатируемых конвейерных подъемников.

В приемный пункт с накопительным бункером груженый скальной породой автосамосвал 1 по железобетонным балкам 2 заезжает для разгрузки между барьерными ограждениями-противовесами 4 на поворотный мост 3 и останавливается с возможностью разгрузки на ближайший поворотный мост 3, который расположен позади автосамосвала 1. После разгрузки скальная порода под действием своего веса обращает поворотные мосты в горизонтальной плоскости вокруг шарниров вращения 5 (опорных подшипников скольжения) с постановлением их в раскрытое положение, а скальная порода попадает в рудоспуск 6. Далее барьерные ограждения-противовесы 4 под действием своего веса возвращаются в исходное положение и закрывают поворотные мосты 3, после чего цикл разгрузки автосамосвалов 1 повторяется.

После прохождения скальной породы через разгрузочные мосты 3, она через рудоспуск 6 подается на дробление в конусную дробилку ККД-1500/180 7, после которого перегружается через пластинчатый питатель 8 на крутонаклонный конвейер 9, которым транспортируется на поверхность на дальнейшую переработку.

Выводы. Применение устройства для разгрузки пород в бункер со сквозным проездом автосамосвалов, которое заявляется, позволяет сократить продолжительность рейса автосамосвала за счет уменьшения времени цикла разгрузки, а также предусматривает одновременную разгрузку нескольких автосамосвалов, что позволяет увеличить их производительность. Кроме того, уменьшение параметров перегрузочного пункта позволяет снизить объем горно-капитальных работ при его сооружении на глубоких горизонтах карьера.

Сооружение перегрузочных пунктов со сквозным проездом над бункером на глубоких горизонтах карьера позволит уменьшить объем выемки горных пород, за счет чего уменьшить затраты на разработку месторождения на 10-30 млн. USD. Кроме того, за счет уменьшения времени цикла разгрузки автосамосвалов, потребление дизельного топлива сократится на 100-200 тыс. литров в год и более.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дребенштедт К., Риттер Р., Супрун В.И., Агафонов Ю.Г. Мировой опыт эксплуатации комплексов циклично-поточной технологии с внутрикарьерным дроблением // Горный журнал. – 2015. – №11. – С. 81-87. doi: 10.17580/gzh.2015.11.17.

[2] Agafonov Y., Suprin V., Pastikhin D., Radchenco R. Problems and prospects of cyclic-and-continuous technology in development of large one and coalfields // Proceeding of the 12th International Symposium Continuous Surface Mining, Aachen. – Springer, 2014. – pp. 437-445.

[3] Галкин В.И., Шешко Е.Е. Обоснование областей эффективного применения специальных видов конвейеров на карьерах // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск I трудов Междунар. научн. симпозиума «Неделя горняка-2014». – 2014. – С. 400-410.

[4] Трубецкой К.Н., Жариков И.Ф., Шендеров А.И. Совершенствование конструкции карьерных комплексов ЦПТ // Горный журнал. – 2015. – №1. – С. 21–24. doi: 10.17580/gzh.2015.01.04.

[5] Решетняк С.П. Обоснование и разработка схем циклично-поточной технологии с внутрикарьерными передвижными дробильно-перегрузочными комплексами: Дисс. докт. техн. наук. – Апатиты. – 1998. – 423 с.

[6] Яковлев В.Л., Кармаев Г.Д., Берсенев В.А., Глебов А.В., Семенкин А.В., Сумина И.Г. Об эффективности применения циклично-поточной технологии горных работ на карьерах // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – №1. – С. 100-109.

[7] Кармаев Г.Д., Глебов А.В. Выбор горнотранспортного оборудования циклично-поточной технологии карьеров: Монография. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН. – 2012. – 296 с.

[8] Кармаев Г.Д., Берсенев В.А., Семенкин А.В., Сумина И.Г. Технические и технологические аспекты применения крутонаклонных конвейеров на карьерах // Проблемы недропользования, 2014. - № 4. - С. 154-163.

[9] Столяров В.Ф. Проблемы циклично-поточной технологии глубоких карьеров: Монография. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН. – 2004. – 232 с.

[10] Четверик М.С., Перегудов В.В., Романенко А.В. и др. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития: Монография. – Кривой Рог: Дионис (ФЛ-П Чернявский Д.А.). – 2012. – 356 с.

[11] Яковлев В.Л. Теория и практика выбора транспорта глубоких карьеров: монография. — Новосибирск: Наука СО. – 1989. – 240 с.

[12] А.с. СССР № 1791309, МКИ B65G 67/24. Устройство для разгрузки автосамосвалов / В.С. Дзюбак, С.С. Зингер; заявл. 19.03.1990, опубл. 30.01.1993, Бюл. № 4. - 3 с.

[13] А.с. СССР № 88093, МКИ3 B65G 67/24. Устройство для разгрузки автосамосвалов в бункер / А.Ю. Павлов, Н.С. Рогач, Е.К. Клубничкин и др.; заявл. 19.03.90, опубл. 30.01.93, Бюл. № 4. - 3 с.

[14] Оленичев Д.В. Использование аргогрунтовых конструкций для создания элементов транспортной инфраструктуры ГОКов // Горная промышленность. – 2014. – №1. – С. 92-93.

Токтаров А.А. Молдабаев С.К.

Терең карьерлердің тар жағдайлары үшін ЦАТ-кешендерінің қайта тиеу құрылғысын әзірлеу

Түйіндеме. Тау-кен өнеркәсібінің басты проблемаларының бірі бұрынғыдай тау-кен жыныстарының терең карьерлерде тасымалдаумен байланысты. Циклдік-ағынды технологияны (ЦАТ) қолдану терең карьерлердің көліктік мәселесін шешудің негізгі бағыттарының бірі ретінде қарастырылады.

Мақалада отандық және шетелдік карьерлерде циклдық-ағынды технологияны қолдану талдауы келтірілген және терең кен карьерлерінде ЦАТ кешендерін пайдалану тиімділігін арттыру бойынша шешім ұсынылды.

Түйін сөздер: терең карьер, кен, циклдік-ағынды технология, қайта тиеу құрылғысы, автосамосвал, конвейер

УДК 622.271.3

A. Toktarov, S. Moldabayev
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: ayan_tok89@mail.ru, moldabaev_s_k@mail.ru)

THE DEVELOPMENT OF MINING TRANSPORT SYSTEMS OF DEEP OPEN PITS

Abstract. Combined dump truck-railroad transport is widely used in many iron ore open pits of the CIS. In the far-abroad on mountainous terrain open pits the automobile transport is mainly used, and on the flat terrain in deep open pit mines rationality of transition to dump truck-conveyor transport with use of steep-angle conveyors is proved.

Key words: deep open pit, cyclic-flow technology, steep-angle conveyor, dump truck, iron ore.

А. Токтаров, С. Молдабаев
(Satbayev University,
Алматы, Казахстан
E-mail: ayan_tok89@mail.ru, moldabaev_s_k@mail.ru)

РАЗВИТИЕ ГОРНОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

Аннотация. На многих железорудных карьерах СНГ широкое применение получил комбинированный автомобильно-железнодорожный вид транспорта. В дальнем зарубежье на нагорных карьерах в основном используется автомобильный транспорт, а на равнинной местности в глубоких карьерах доказана целесообразность перехода на автомобильно-конвейерный транспорт с использованием крутонаклонных конвейеров.

Ключевые слова: глубокий карьер, циклично-поточная технология, крутонаклонный конвейер, автосамосвал, железная руда.

Введение. При разработке месторождений открытым способом приходится извлекать и транспортировать значительные объемы горных пород. Задача транспортирования горных пород становиться еще более актуальной с возрастанием глубины карьеров и усложнением условий разработки. В горнотехнической литературе на протяжении многих десятков лет изучается технология и организация горных работ при различных комплексах горнотранспортного оборудования для выполнения основных технологических процессов, обслуживающих грузопотоки на различных этапах освоения месторождения [1-6].

На глубоких карьерах наибольшее распространение получили три вида транспорта: автомобильный, железнодорожный, поточный транспорт (скиповые подъемники, конвейеры, ГПКД) и их комбинации.

Характеристика, достоинства и недостатки каждого из этих видов транспорта представлены в таблице 1.

Экономическая эффективность транспортных систем очень индивидуальна, однако усредненный диапазон эффективности основных магистральных транспортных систем выглядит следующим образом (таблица 2).

Таблица 2. **Усредненные показатели экономической эффективности основных карьерных видов транспорта**

Тип транспортной системы	Объемы грузовой работы в год, тнкм	Расстояния транспортирования, км	Срок службы / перевозок, лет	Капитальные затраты на 1 км трассы,%.	Операционные затраты на 1 тнкм транспортируемого груза, %
Конвейерный	Более 1	1-50	Более 10	200-750%	4-15%
Автомобильный	0-10	До 20	От года	100%	100%
ГПКД	Более 0.5	1-50	Более 10	150-450%	6-11%
Ж.д. транспорт	Более 10	От 5 км	Более 10	140-1200%	25-55%

В силу специфичности характеристик каждого вида транспорта и различных условий их применения нельзя выделить одну лидирующую транспортную систему. При разработке глубоких карьеров почти всегда оправданно использование комбинированных транспортных систем [5-7].

Анализ опыта применения горнотранспортных систем на карьерах ближнего и дальнего зарубежья. В 60-х годах на Западе горнодобывающие предприятия отказались от применения железнодорожного транспорта на глубоких карьерах. Такое решение было продиктовано ростом капитальных затрат на развитие транспортных коммуникаций. Преимущество получил менее капиталоемкий автомобильный транспорт. За несколько лет стоимость автотранспортных перевозок достигла 50 % общей стоимости горных работ, причем 80 % этой суммы приходилось на топливо, смазку и шины [8].

С начала 70-х годов формирование транспортных систем пошло по пути применения комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта. ЦПТ применяется на железорудных

карьерах: «Батлер», «Делавэр», «Хилл Аннекс», «Нэшнл Стил», «Пламмер», «Рипаблик» (США), «Кэланд», «Ноб Лейк» (Канада), а также меднорудных карьерах: «Твини Бьютс», «Сиеррита» (США), «Экзотика», «Чукикамата» (Чили), «Кананеа» (Мексика). Опыт промышленного освоения комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта показал его эффективность по сравнению с независимым автомобильным транспортом, несмотря на повышение начальных капвложений в среднем на 11 %. Это можно объяснить двумя основными причинами

Таблица 1. **Характеристика карьерных видов транспорта**

Транспортные средства	Достоинства	Недостатки
Автомобильный		
Автосамосвалы, автопоезда, беспилотные электросамосвалы, тягачи с полуприцепами	- высокая маневренность и мобильность - быстрый ввод в эксплуатацию в начальный период строительства - возможность большой концентрации работ на ограниченном фронте - независимость движения транспортных единиц - простота устройства заездов на нижние горизонты - удобство доработки сложных по залеганию месторождений	- относительно небольшие экономически выгодные расстояния транспортирования - загрязнение окружающей среды выхлопными газами и ГСМ - большой штат водителей и обслуживающего ремонтного персонала - относительно небольшие сроки службы (эксплуатации)
Железнодорожный		
Электровозы, тепловозы, тяговые агрегаты, думпкары, вагоны	- высокая экономическая эффективность при больших объемах перевозок на большие расстояния - надежность работы в любых климатических условиях - высокая производительность труда обслуживающих бригад - возможность транспортирования горных пород с любыми физико-механическими свойствами	- ограниченные возможности применения на больших глубинах - большой объем подготовительных работ при вводе в эксплуатацию - сложность организации заездов на нижние горизонты - большой объем и трудоемкость путевых работ - большая разветвленность транспортных коммуникаций и сетей энергоснабжения - взаимозависимость движения составов, снижающая производительность транспорта на нижних горизонтах
Конвейерный		
Конвейеры обычные, наклонные, крутонаклонные, конвейерные поезда	- равномерность и непрерывность потока - незначительное снижение производительности с ростом глубины карьера - минимальная протяженность транспортных коммуникаций в глубоких карьерах - высокая производительность труда - возможность полной автоматизации процесса	- необходимость предварительного дробления крупнокусковых руд и пород - взаимозависимость всех звеньев конвейерной системы - большой износ лент и сложность их замены - отрицательное влияние климатических условий - сложность переноса перегрузочных пунктов

Во-первых, замена автосамосвалов конвейерами на подъеме горных пород из карьера - самом тяжелом участке их работы, где износ двигателей и расход горючего максимальны, позволяет существенно уменьшить эксплуатационные расходы [9]. Во-вторых, возрастание начальных капвложений может быть ограничено при открытом расположении конвейеров и дробильных установок в карьере.

Если за рубежом формирование транспортных систем началось с замены железнодорожного автомобильным транспортом, то у нас железнодорожный транспорт сохранился, был переведен с тепловозной тяги на электровозную и широко использовался на карьерах в рассматриваемый период времени наряду с автомобильным. Каждый из них имел рациональную область применения [10]. Это предопределило направление дальнейшего развития транспортных систем.

Первый качественный скачок связан с применением комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта с внутрикарьерной перегрузкой горных пород. Система комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта превосходит системы независимого автомобильного и независимого железнодорожного транспорта по своим показателям. Поэтому она широко внедрялась на глубоких железорудных карьерах, где имелись все необходимые условия для ее эффективного применения. Они отличались различными показателями динамики технологических процессов. В результате, возникло противоречие между темпами углубления горных работ в зоне независимого железнодорожного транспорта (5-10м/год) и зоне автомобильно-железнодорожного транспорта (15-20 м/год). При большом различии динамических показателей высота рабочей зоны автомобильно-железнодорожного транспорта возрастала со скоростью 10 м/год. С такой же скоростью увеличивалась высота подъема горных пород автосамосвалами, что вызвало быстрый рост затрат на перемещение горных пород [6].

Как показал зарубежный опыт, проблема роста затрат могла быть решена путем замены автосамосвалов конвейерами при подъеме горных пород [11]. Качественный скачок в развитии транспортных систем на карьерах происходит при замене автомобильного транспорта автомобильно-конвейерным транспортом. Особенностью формирования транспортных систем на железорудных карьерах Украины и России было применение, наряду с автомобильно-конвейерным, автомобильно-конвейерно-железнодорожного транспорта.

Широкомасштабное внедрение ЦПТ, автомобильно-конвейерного (АК) и автомобильно-конвейерно-железнодорожного (АКЖ) транспорта на железорудных карьерах Украины и России проводилось в период 1970-1990 годов [12].

В горной промышленности по утверждению ряда исследователей наиболее перспективными являются крутонаклонные конвейеры с прижимной лентой типа «snake sandwich», они нашли применение на угольных карьерах США [13, 14].

По данным Навоийского горно-металлургического предприятия за 2012 год экономический эффект, полученный от внедрения в технологическую транспортную цепь КНК-270 (производительность - 3500 т/ч, угол наклона - 37°, высота подъема - 270 м, скорость лент - 3,15 м/с, мощность привода на грузовой ленте - 3780 кВт, на прижимной - 1260 кВт) составил около 1,5 млн долларов США, расстояние транспортирования автотранспортом снижено на 40 %, а пробег - на 3,6 км [15].

Также крутонаклонный конвейер с прижимной лентой НАС-1 установлен на медном руднике Майданпек (Сербия), производительностью – 4000 т/ч, с углом наклона – 35,5°, высотой подъема – 93,5 м, длиной става – 192 м, со скоростью движения лент – 2,67 м/с, шириной конвейерной ленты – 2000 мм, мощностью приводов на грузовой ленте – 2 х 430 кВт, на прижимной – 430 кВт [15].

Крутонаклонный двухленточный конвейер производства фирмы «Paakkola Conveyors Oy» транспортирует дроблёную руду крупностью 0-80 мм с уровня открытого карьера -64,00 м на уровень +60,00 м [16]. Вертикальная высота подъёма — 124 м.

Исследование возможности применения крутонаклонного конвейера в комплексе ЦПТ для железорудного карьера. В рамках НИР проводимых в КазНИТУ было выполнено обоснование целесообразности перехода на ЦПТ с применением крутонаклонных конвейеров [17]. На основании анализа современного состояния горных работ, перспектив развития с более интенсивной выемкой скальной вскрыши и добычей руды по мере расконсервации временного нерабочего борта ниже границы применения железнодорожного транспорта в целях оптимизации горнотранспортных работ на Качарском карьере предлагается пересмотреть концепцию по реализации циклично-поточной технологии.

Согласно проведенным исследованиям, в целях оптимизации расстояния транспортирования автосамосвалами увеличивающихся объемов горных работ предлагается рассредоточить грузопотоки руды и пород скальной вскрыши при реализации циклично-поточной технологии и назвать их соответственно ЦПТ-руда и ЦПТ-скала. Первым целесообразно сдать в эксплуатацию ЦПТ-руда. С учетом окончательного принятия решения по комплектации комплексов ЦПТ, проведения конкурса на приобретаемое оборудование, его изготовления, доставки и монтажа предпочтительно ЦПТ-руда сдать в эксплуатацию в 2020 году, а ЦПТ-скала в 2022 году.

Для безопасного и стационарного размещения рудного дробильно-перегрузочного пункта (РДПП) с достаточными размерами (должна быть минимум длиной 80-120 м и шириной 40-60 м) подходит площадка на горизонте -270 м западного борта (рисунки 1,2). Трасса рудного конвейерного подъемника проходит севернее зоны деформации на месте ранее сооруженной частично забетонированной крутой траншеи на юго-западном борту.

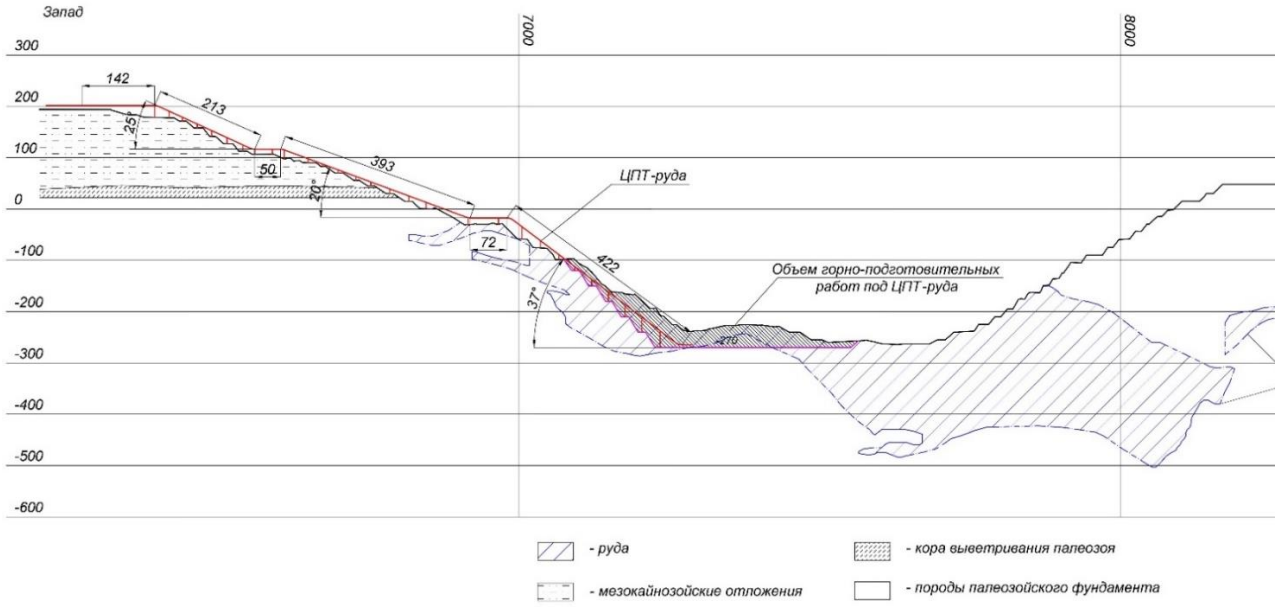


Рис. 1. Размещение конвейерного подъемника ЦПТ-руда из трех КНК на западном борту Качарского карьера

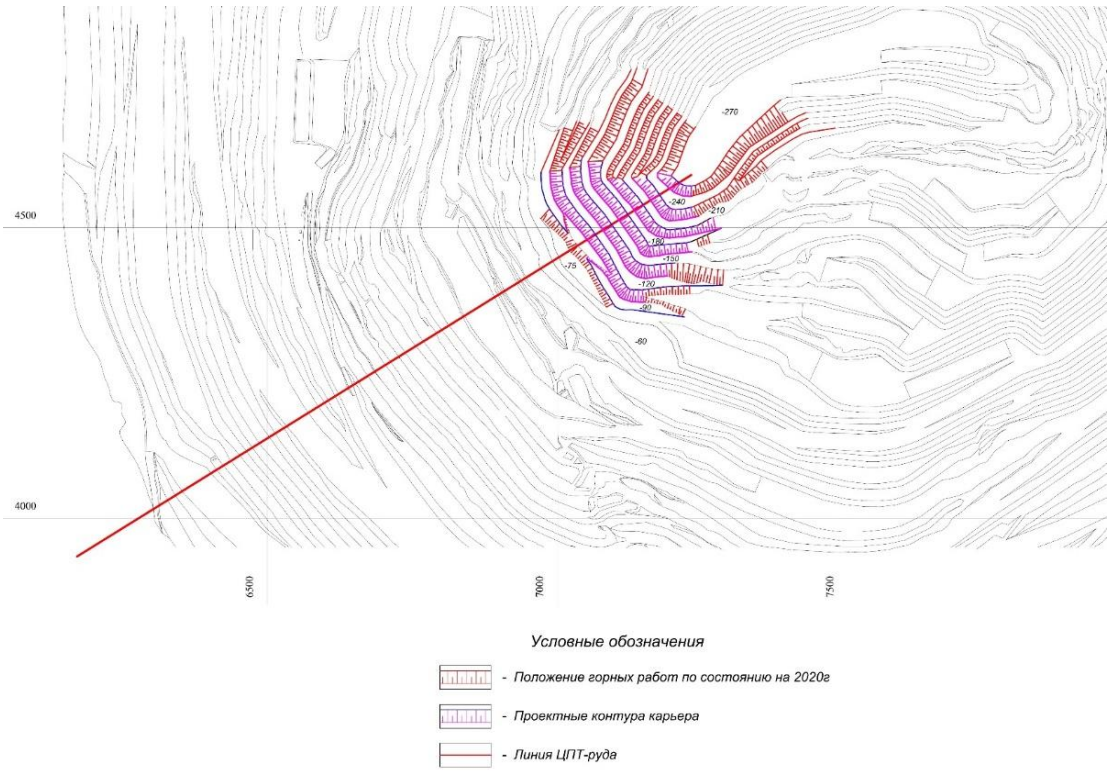


Рис. 2. Размещение на плане Качарского карьера ЦПТ-руда на 2020 год

Она сориентирована как продолжение разрезной траншеи на горизонте – 270 и выходит на дневную поверхность в юго-западной части верхнего контура карьера. Приведение уступов западного борта в проектное положение между горизонтами -100 м и -270 м выполняется по рудной залежи со средним содержанием железа 35,6%. Для этого потребуется включить в планы развития горных работ добычу 5989,4 тыс. т руды. Объем отработки скальной вскрыши на площадке горизонта -270 м в виде

выступа относительно небольшой и составляет 837,6 тыс. т. Объем котлована под конусно-валковую дробилку крупного дробления типа КВКД-1450/180 производительностью 2000 м^3/ч конструкции НКМЗ (прочность горной массы на сжатие – до 250 Мпа) будет определен после выбора соответствующего оборудования и материала подпорной стенки.

ЦПТ-руда предлагается сформировать в виде транспортно-добычного моста в составе трех крутонаклонных конвейеров (нижний КНК-245, средний КНК-150 и верхний КНК-70). Высота подъема руды составит 465 м. Нижний КНК-245 располагается под углом 37^0 к горизонту с длиной наклонной части 422 м, далее предусматривается горизонтальный участок длиной 72 м. Средний КНК-150 располагается под углом 20^0 к горизонту с длиной наклонной части 393 м, затем предусматривается второй горизонтальный участок длиной 50 м. Верхний КНК-70 располагается под углом 25^0 к горизонту с длиной наклонной части 213 м. Проектную мощность ЦПТ-руда предлагается принять равной 23 млн. т в год с учетом последующего транспортирования через нее добываемой руды с Южного участка.

ЦПТ-скала предлагается разместить в северо-западной части карьера с сооружением породного дробильно-перегрузочного пункта (ПДДП) на горизонте -180 м и обеспечением перегрузки скальной вскрыши на горизонте +84 (рисунки 3,4). Поэтому в ЦПТ-скала рассматривается использование КНК-270. Угол наклона его к горизонту составит 26^0, а длина наклонной части - 610 м. Размещение ПДПП и основания КНК-270 на горизонт -180 м под более крепкими консервируемыми запасами руды связано с безопасностью эксплуатации дорогостоящего оборудования. К концу отработки основных запасов месторождения эти запасы можно будет отработать через ЦПТ-руда.

Объем горно-капитальных работ по подготовке берм для установки опор КНК-270 составит 18476,304 тыс. м^3. Также придется отработать 7927,125 м^3 руды со средним содержанием железа 33,44% (22988,66 тыс. т). Срок их выполнения при включении в планы развития горных работ не превысит оставшиеся до монтажа КНК-270 четыре года.

Производительность ЦПТ-скала составит 24 млн. т в год. Расстояние транспортирование автотранспортом в первый год составит 1,8 км, из которых половина пути приходится на горизонтальный участок вдоль бермы на горизонт -180 м.

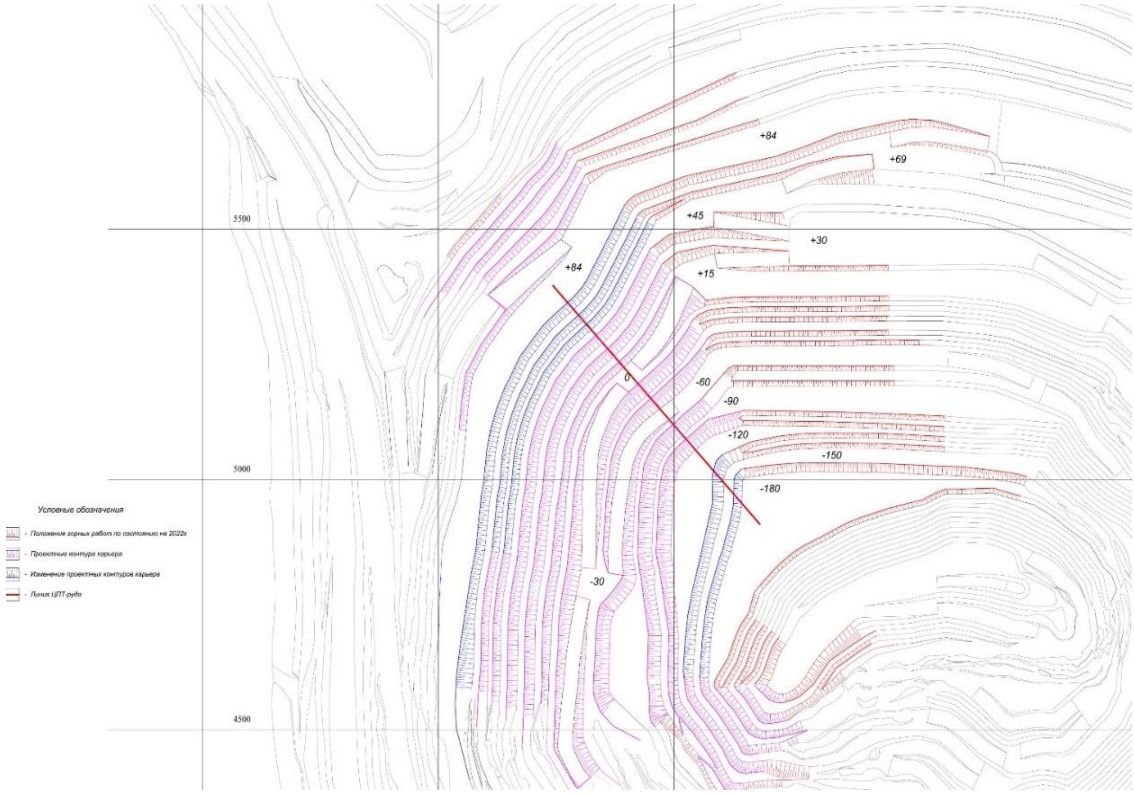


Рис. 3. Размещение в плане Качарского карьера ЦПТ-скала на 2022 год без внесения изменений в углубку карьера относительно 2020 года

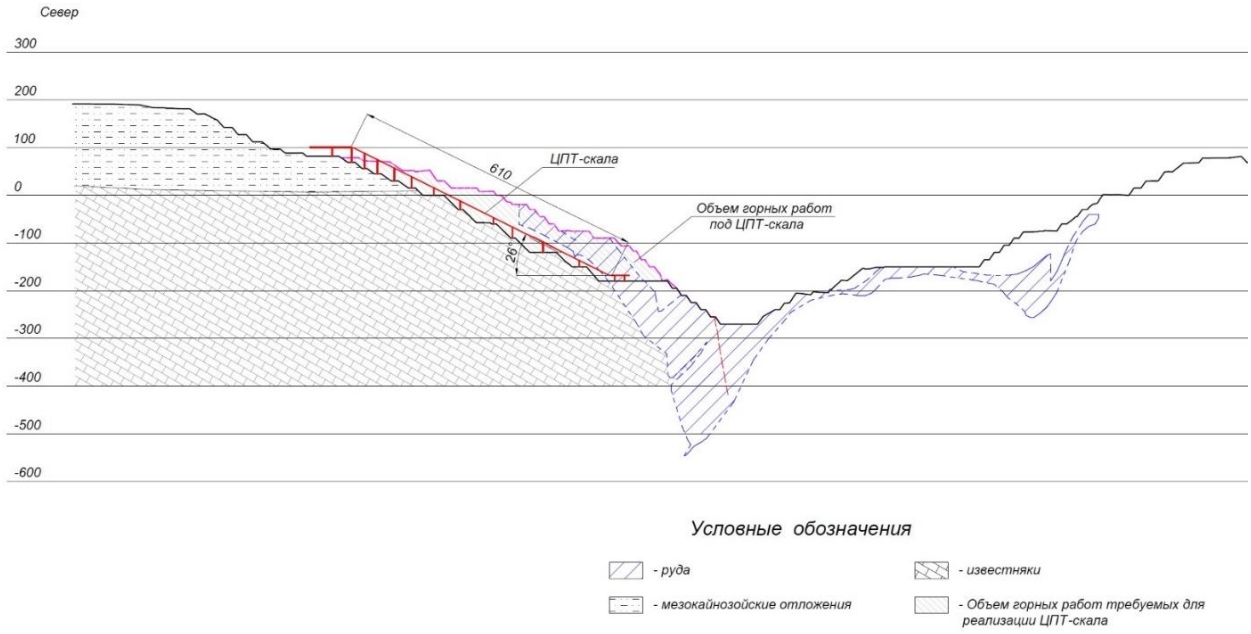


Рис. 4. Положение ЦПТ-скала с КНК-270 на поперечном разрезе в северо-западном направлении

Выводы. Проводимые в последние годы научно-исследовательские работы по развитию схем комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта на отечественных карьерах (параллельно с общемировыми тенденциями), подтверждают перспективность пионерных для нашей страны исследований по созданию новых схем ЦПТ на основе крутонаклонных конвейеров. Однако до сих пор остались нерешёнными многие задачи по внедрению новой технологии на отечественных карьерах в силу общего кризиса науки и техники в странах постсоветского пространства. Тем не менее, реализация идеи, основанной на применении схем автосамосвал-ДПП-КНК, делает возможным рациональный переход глубоких карьеров на ЦПТ уже в настоящее время.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Трубецкой К.Н., Жариков И.Ф., Шендеров А.И. Совершенствование конструкции карьерных комплексов ЦПТ // Горный журнал. – 2015. – №1. – С. 21–24. doi: 10.17580/gzh.2015.01.04.

[2] Мельников Н.Н., Усынин В.И., Решетняк С.П. Циклично-поточная технология с передвижными дробильно-перегрузочным комплексами для глубоких карьеров // Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН. – 1995. – 194 с.

[3] Яковлев В.Л. Применение ЦПТ — эффективный путь решения проблемы разработки глубоких карьеров // II Международная конференция по открытым горным работам. Сб. докл. М. – 1996. – С. 3-4.

[4] Четверик М.С. Перспективные технологии открытой добычи руд // Проблемы разработки месторождений глубокими карьерами. Сб. докл. Междунар. конф. Челябинск. – 1996. – С. 56-57.

[5] Яковлев В.Л. Транспорт глубоких карьеров — Настоящее и будущее //Проблемы разработки месторождений глубокими карьерами. Сб. докл. Междунар. конф. Челябинск. – 1996. – С. 78-79.

[6] Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров // М., Недра. – 1983. – 295 с.

[7] Твердов А.А. Современные транспортные технологии открытых горных работ – направления оптимизации // Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий. Сб. научных трудов, Санкт-Петербург. – 2017. – С. 74-83

[8] Яковлев В.Л., Воробьев Г.П., Демкин В.Б. и др. // Анализ и пути повышения эффективности транспортных систем глубоких карьеров. Черметин- формация (Сер. горнорудное производство, №5), Москва. – 1984 – 27 с.

[9] Волотковский В.С., Кармаев Г.Д., Драя М.И. Выбор оборудования карьерного конвейерного транспорта // М.: Недра. – 1990. – 192 с.

[10] Стариков А.Д. Имитационное моделирование работы железнодорожного транспорта карьеров // Автореф. дис. канд. техн. наук. - Екатеринбург: изд-во УГГГА. – 1994. – 20 с.

[11] Russell A. Carter Powerful Design Tools - and Common Sense - Can Control Conveyor Cost and Complexity Issues http://www.womp-int.com/story/2010vol05/story027.htm

[12] Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Новожилов С.М. и др. Перегрузочные пункты при автомобильно-конвейерном транспорте на рудных карьерах: монография // под. ред. В.Т. Лашко. – Днепр: ИППЭ НАН Украины. – 2001. – 139 с.

[13] Картавый А.Н. Сравнительная оценка крутонаклонных ленточных конвейеров // ГИАБ. – М., 2009. – № 12. – С. 98-113.

[14] Картавый А.Н. Крутонаклонные ленточные конвейеры для горной промышленности // Горное оборудование и электромеханика. – 2006. – № 10. – С. 22-26.

[15] Grujic M., Stanisic Z. Application of high angle conveyor at Maijdanpek open pit cooper mine // Mine planning and equipment selection. – Rotterdam : A.A. Balkema Publishers. – 1995. – pp. 403-407.

[16] Семенюк А.А., Решетняк С.П., Байчурина Н.И., Султанова Н.Р. Инновационная технология транспорта руды Оленегорского месторождения с применением крутонаклонного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень. Специальный выпуск № 56. – 2015. – С. 413-420.

[17] Обоснование целесообразности перехода на комбинированный автомобильно-конвейерно-железнодорожный вид транспорта и апробация безопасного интенсивного развития рабочих зон вдоль крутых бортов с использованием экскаваторно-автомобильных комплексов на Качарском карьере АО «ССГПО». Этап1 – Анализ современного состояния горных работ, перспектив развития, выбор типа конвейерного транспорта и обоснование перехода на него // Отчет о научно-исследовательской работе. Научный руководитель проекта Молдабаев С.К. Алматы – 2018. – 116 с.

Токтаров А.А. Молдабаев С.К.

Терең карьерлердің тау-кен көлігі жүйесінің дамуы

Түйіндеме. ТМД-ның көптеген темір кенді карьерлерінде автомобильді-темір жол көліктің құрамдастырылған түрі кеңінен қолданылады. Алыс шетелде таулы аймақтарда орналасқан карьерлерде негізінен автомобиль көлігі пайдаланылады, ал жазық аймақтарының терең карьерлерінде тік-құлама конвейерлерді пайдалана отырып, автомобиль-конвейер көлігіне көшудің орындылығы дәлелденген.

Түйін сөздер: терең карьер, циклдік-ағынды технология, тік-құлама конвейер, автосамосвал, темір кені.

УДК 621.396.6

[1]V.F.Grishchenko, [2]S. Tolendiuly, [2]A. Nurlankyzy
([1]Institute of Ionosphere, Almaty, Kazakhstan. Satbayev University,
Almaty, Kazakhstan
E-mail: aigulya_17.3@mail.ru)

CIRCUIT SIMULATION MODELING OF THE EFFECTS OF DISCHARGES ON THE ELEMENTS OF INTEGRATED CIRCUITS

Abstract. In this article discussed the processes of electrifying the surface of a spacecraft, causing electrostatic discharges of a spacecraft. Electrostatic discharges are sources of electromagnetic interference that affect individual elements and devices and the system as a whole. The results of the main effects of cosmic rays on the performance of onboard radio-electronic equipment are described. The method of modeling the effects of electrostatic discharges on electronic components is considered.

Key words: radio electronic systems, electrostatic discharges, radio electronic equipment.

[1]В.Ф. Грищенко, [2]С. Төлендіұлы, [2]А. Нурланкызы
(Институт ионосферы, Алматы, Казахстан. Satbayev University, г. Алматы, РК
E-mail: aigulya_17.3@mail.ru)

СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗРЯДОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Аннотация. В статье рассмотрены процессы электризации поверхности космического аппарата, вызывающие электростатические разряды космического аппарата. Электростатические разряды являются источниками электромагнитных помех, которые воздействуют на отдельные элементы и устройства и бортовые системы в целом. Описаны результаты основных воздействий космических лучей на работоспособность бортовой радиоэлектронной аппаратуры. Рассмотрена методика моделирования воздействия электростатических разрядов на элементы электронной аппаратуры.

Ключевые слова. Радиоэлектронные системы, электростатические разряды, радиоэлектронная аппаратура.

Все современные виды дальней связи (интернет, GPS, связь специального назначения и др.) используют радиоэлектронные системы (РЭС) космических аппаратов, находящихся в зоне радиационных поясов Земли. В состав РЭС спутников входят изделия полупроводниковой электроники, которые в условиях длительного космического полета (10-15 лет) подвергаются непрерывному воздействию ионизирующего излучения космических лучей низкой интенсивности с мощностью дозы порядка 10^{-6} - 10^{-2} Р/с. В связи с большой энергией всех компонентов космических лучей (~ МэВ) они обладают высокой проникающей способностью и могут существенно изменить параметры полупроводниковых интегральных схем и привести к отказу модулей памяти при их длительной работе в космосе [1].

Кроме радиационного воздействия значительный вклад в инверсию логического состояния ячеек модулей памяти вносят разряды, возникающие как на поверхности, так и в объеме КА [2].

В настоящее время существует тенденция использования современных технологий при проектировании космической техники и систем. Минимизируются весогабаритные параметры аппаратуры, увеличивается плотность ее компоновки в объеме КА. Все это создает сложную обстановку с позиций электромагнитной совместимости приборов и узлов бортовой радиоэлектронной аппаратуры [3].

Особую роль при этом играют процессы электризации поверхности КА, вызывающие электростатические разряды (ЭСР) КА. ЭСР являются источниками электромагнитных помех, которые воздействуют на отдельные элементы и устройства и бортовые системы в целом. Разность потенциалов на поверхности, например, геостационарных спутников, может достигать ~ 20 кВ, а импульсные токи, протекающие по корпусу КА - до 100 А [1]. Они приводят к возникновению ЭМП различной природы и к кратковременным сбоям и отказам РЭА, искажению информационных сигналов и сигналов управления, а в отдельных случаях катастрофическим отказам бортовых устройств.

На работоспособность бортовой РЭА и формирование ЭСР главным образом оказывают воздействия основные факторы КП: солнечное электромагнитное излучение, солнечные и галактические космические лучи, частицы радиационных поясов Земли, магнитосферная плазма, собственная атмосфера КА, микрометеориты и в меньшей степени другие. В реальных условиях комплексное воздействие факторов КП влияет на процессы электризации КА, вызывающие формирование ЭСР. Элементы бортовой аппаратуры, наиболее подверженные воздействию ЭСР, представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, ЭСР являются источниками электромагнитных помех, которые воздействуют на отдельные элементы и устройства и бортовые системы в целом. Из-за высокой сложности реальных конструкций и плотности упаковки бортовой аппаратуры задача определения места ЭСР и его уровня в настоящее время еще не решена. Это затрудняет разработку методов и средств предотвращения и прогнозирования ЭСР и, соответственно, защиты аппаратуры от его воздействия [4].

Поэтому необходимо создание различных способов защиты РЭА от ЭСР на этапе проектирования, поскольку возможный ущерб от потери спутников может многократно превосходить их стоимость.

Таблица 1**. Элементы бортовой аппаратуры, наиболее подверженные воздействию ЭСР**

№	Элементы и узлы КА	Параметры элементов, подвержен. внеш. воздействию	Опасные факторы КП
1	Солнечные батареи	Мощность и ток нагрузки, спектральная чувствительность	Протоны с Е=0,1 -10 МэВ Электроны с Е= 0,1 – 30 КэВ
2	Оптические системы космического базирования	Ухудшение пропускания и рост поглощения сигналов, радиационное окрашивание	Протоны с Е=0,1 -10 МэВ Электроны с Е= 0,1 – 30 КэВ

3	Астронавигационное оборудование	Световые помехи в астронавигационном оборудовании	Протоны, электроны, солнечное э/м излучение, магнитосферная плазма
4	Электризация диэлектриков на внешней поверхности и внутри КА	ЭСР на поверхности и в объёме диэлектрических элементов, радиопомехи в электронных цепях, разрушение элементов	Электроны с Е=20-30 КэВ, Е=1,5 МэВ
5	Эмиссионные процессы на поверхности материалов и элементов внешней оболочки КА	Инициирование ЭСР в высоковольтных устройствах, фоновые сигналы в измерительной аппаратуре	Микрометеоры, магнитосферная плазма, тяжелые ядра КЛ
6	РЭА, транзисторы и интегральные схемы	Радиационные шумы, сбои, запирание сигналов	Тяжелые ядра КЛ
7	Световая помеха в оптических приборах за счет собственной атмосферы КА	Световые помехи в астронавигационном оборудовании	Протоны, электроны, солнечное э/м излучение, магнитосферная плазма

Методы и системы анализа электромагнитной совместимости печатных плат при воздействии электростатического разряда. Для анализа воздействия ЭСР на элементы электронной аппаратуры, в основном, используются два основных метода: аналитический и численный метод.

Первый метод предусматривает решение задач для переходных электромагнитных процессов, которые представляются в аналитическом виде через дифференциальные уравнения второго порядка. При этом необходимо разделять задачу анализа непосредственного воздействия на элементы электронной аппаратуры и задачу анализа косвенного воздействия ЭСР на корпус аппаратуры или другие близлежащие объекты [5].

Непосредственным источником электромагнитных помех от ЭСР является ток разряда. Форма тока ЭСР имеет сложную структуру, зависящую от большого числа параметров. При воздействии на конкретный объект форма тока ЭСР сильно искажается за счет многократного отражения, что представляет определенные трудности при составлении, хотя бы даже очень упрощенной общей аналитической формулы [6].

В случае ложного срабатывания цифрового элемента приемлемой конечной формы аналитических выражений, учитывающих воздействия ЭСР, в литературе не встречается. В частном случае, когда ЭСР происходит на изолированное тело и в предположении, что источником помехи является только ток разрядного промежутка, разряд рассматривается в виде элементарного вибратора Герца. Как показывают экспериментальные исследования, данный подход сильно упрощен и может быть применен только для ограниченного типа разрядов без учета реальной конфигурации печатных плат. Исходя из этих соображений, нельзя рекомендовать аналитические методы для решения реальной задачи воздействия ЭСР на элементы печатных плат в условиях космического пространства.

Второй подход предусматривает решение задачи воздействия ЭСР численными методами. При этом рассматривается возможность решения данной задачи двумя способами: анализ на основе теории цепей и анализ на основе теории поля. При анализе численными методами в области теории цепей имеем дело с системой уравнений, связывающих токи и напряжения в различных компонентах эквивалентной схемы. Системы схемотехнического моделирования, основанные на решении задач в области теории цепей, оправданы для некоторых частных случаев, когда путь тока ЭСР заранее определен и есть возможность представления его в виде одной линии [7].

В реальных ситуациях мы имеем дело со сложной формой ЭСР и возникновение ЭМП сложным образом воздействующих на элементы схем. ЭСР создает пространственные электромагнитные помехи - импульсные электрические и магнитные поля ближней зоны, импульсные электромагнитные поля дальней зоны. Кондуктивные и пространственные электромагнитные помехи, факторы ЭСР, имеют импульсный характер и описываются непрерывной спектральной функцией. Поэтому при решении задач анализа электромагнитной совместимости (ЭМС) возникает неопределенность в определении границ ближней (индукционной) и дальней зон распространения электромагнитных помех, которые

определены в пределах примерно 1 - 5 м. В этом случае, источник помехи в виде тока разрядного промежутка ЭСР рассматривается в виде элементарного вибратора Герца.

Имеется несколько существенно отличных, возможных путей воздействия ЭССР на элементы ИС. Выделим наиболее опасные механизмы для функционирования ЭС, в том числе:

- непосредственное воздействие ЭСР на входы цифровых элементов в случае прямого доступа ЭСР во внутрь корпуса ЭС. При этом необходимо учесть повреждения и анализ наводок на соседние проводники;

- в случае, когда непосредственным источником электромагнитной помехи является искровой промежуток, длина искры которой колеблется от долей до нескольких миллиметров, т.е. непосредственно излучающая часть имеет весьма маленькие размеры по сравнению с элементами конструкции, по которым могут проходить токи растекания.

Исходя из изложенного, по нашему мнению вопросы вычисления уровня величины помехи опасной для элементов аппаратуры и способов защиты при воздействии ЭСР в реальных условиях еще не решены. Также невозможно прогнозировать возможные последствия воздействия ЭСР на этапе разработки экспериментальной установки.

Учитывая непредсказуемый характер переходных процессов и сложную область решения задачи воздействия разряда, нами был выбран метод схемотехнического моделирования. В настоящее время методы схемотехнического моделирования используются при проведении таких работ, как: стыковка и сборка крупногабаритных элементов орбитальных станций, дистанционное управление автоматическими межпланетными станциями в условиях многолетних космических полетов, когда принятие решений требует «проигрывания» развития событий и их последствий, когда велик коммерческий риск.

Схемотехническое имитационное моделирование воздействия электростатических разрядов на элементы интегральных схем. В данной работе разработан имитационный схемотехнический метод для моделирования воздействия электростатического разряда на элементы интегральных микросхем (ИС), который наглядно демонстрируют поведение тока ЭСР и наведенные электромагнитные помехи РЭ.

Моделирование испытательного генератора ЭСР. Моделирование испытательных генераторов проводилось с соблюдением требований, изложенных в стандарте [8]. Проверка формы и амплитуды сигнала проводилась на нагрузке 50 Ом, что так же отговорено в стандартах.

Принцип работы данного испытательного генератора, основанный на заряде конденсатора через резистор R2 от источника питания 400 В. Разряд конденсатора осуществлялся через индуктивность L2 на нагрузку или тестируемое ИС. Полученная форма тока имела периодический характер с затуханием по экспоненциальному закону.

Основными элементами модели источника ЭСР являются:

- зарядный резистор Rз;
- накопительный конденсатор Сн;
- разрядный резистор Rр;
- разрядный ключ;
- провод заземления испытательного генератора;
- источник электропитания.

На рисунке 1 представлена модель генератора в среде ISIS Proteus, соответствующая ГОСТ 51317.4.2-99 [9]. В таблице 2 приведены требования к параметрам генератора ЭСР.

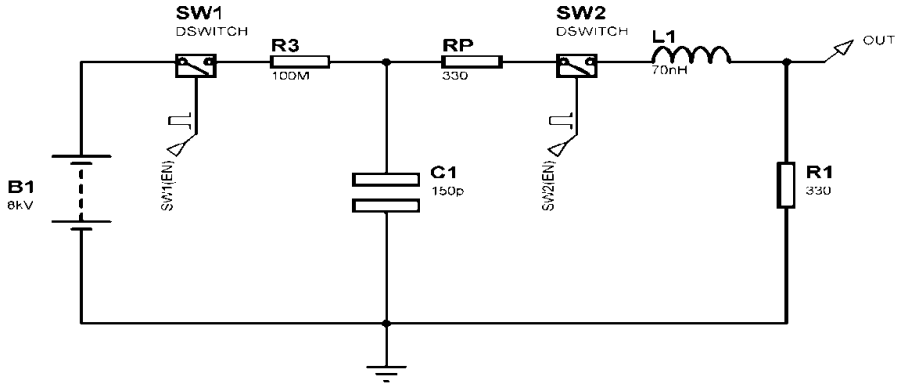


Рис. 1. Модель генератора ЭСР по ГОСТ 51317.4.2-99 в среде ISIS Proteus

Принцип функционирования модели источника ЭСР заключается в следующем. При замыкании ключа (SW1) происходит заряд конденсатора (C1) от высоковольтного источника постоянного тока (B1). Далее замыкание ключа (SW2) имитирует контакт разрядного наконечника в результате на выходе (OUT) формируется импульс длительность в приделах несколько наносекунд. Следует отметить, что моделирование в наносекундном диапазоне требует больших вычислительных процессов персонального компьютера.

Таблица 2. **Требования к генератору ЭСР**

Основные характеристики	Минимальные требования
Накопительная емкость (Сн)	150 пФ + 10 %
Разрядное сопротивление (Rр)	330 Ом + 10 %
Зарядное сопротивление (Rз), МОм	от 50 до 100
Выходное напряжение, кВ	до 8 (номинальное) для конт-го разряда;
Погрешность индикации выходного напряжения, %	+ 5
Полярность выходного напряжения	положительная и отрицательная (переключаемая)

Форма импульса, полученная при использовании рассмотренной выше модели генератора ЭСР, показана на рисунке 2.

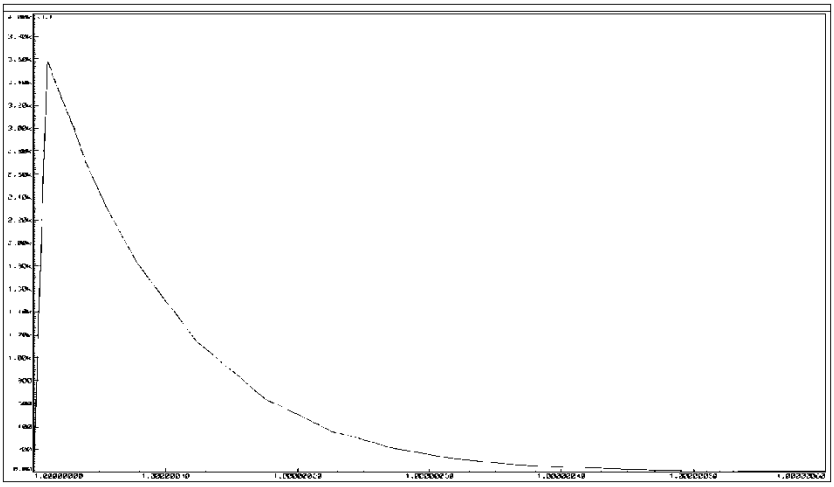


Рис.2. Форма импульса генератора ЭСР, построенного в среде ISIS Proteus

В результате моделирования был получен ЭСР, форма которого пропорциональна форме импульса в соответствии с ГОСТ-ом 51317.4.2-99.

Таким образом, разработана методика моделирования воздействия ЭСР на элементы электронной аппаратуры, в которой токопроводящие проводники заменены на эквивалентною схему замещения с использованием схемотехнических средств ISIS Proteus. Разработана схемотехническая модель испытательного генератора, шины данных и воздействия ЭСР на ИС. Полученная модель показала хорошее согласование формы импульса тока ЭСР с указанной в стандартах. Созданная модель будет использована при моделировании защиты РЭА в реальных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Vladimirov A. M., Bezhayev A. Yu., Zykov V. M., Isaychenko V. I., Lukashchuk A. A., Lukonin S. E. Automated test bench for simulation of radiation electrification of spacecraft structural dielectrics // XII International Conference Radiation-thermal Effects and Processes in Inorganic Materials IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 168 – 2017. doi:10.1088/1757-899X/168/1/012037.

[2] Van-Harten, Jordans R., Pourshaghaghi H. Necessity of fault tolerance techniques in Xilinx kintex 7 FPGA devices for space missions: a case study // Euromicro Conference on Digital System Design (DSD), IEEE. - 2017. - P. 299–306.

[3] Grishko A., Yurkov N., Goryache N. Reliability Analysis of Complex Systems Based on the Probability Dynamics of Subsystem Failures and Deviation of Parameters // 14th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM) – Svalyava, Ukraine, 2017,179-182.

[4] Khan A. R., Minh N. D., Toyoda K., Cho M. Electrostatic Discharge Threshold on Coverglass Used to Protect Solar Cells in the Low Earth Orbit // IEEE Transactions on Plasma Science, 1–8. doi:10.1109/tps.2018.2885926.

[5] Rahim R. B. A., Sabri S. F., Hasbullah N. F. Radiation characteristics and SEU rates in NEqO environment using SPENVIS, in: Computer and Communication Engineering (ICCCE) // International Conference on, IEEE. - 2016. - P. 454–458.

[6] Jeong S., Shin D., Kim, J. A Transformer-Isolated Common-Mode Active EMI Filter without Additional Components on Power Lines // IEEE Transactions on Power Electronics. doi:10.1109/tpel.2018.2845467.

[7] Zhou J., Zhang B., Xiao W., Qiu D., Chen, Y. Nonlinear Parity-Time-Symmetric Model for Constant Efficiency Wireless Power Transfer: Application to a Drone-in-Flight Wireless Charging Platform // IEEE Transactions on Industrial Electronics. doi:10.1109/tie.2018.2864515.

[8] ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.

[9] Recioui A., Lograda M., Chettah K. Application of Data Communication to the Detection and Correction of Power System Faults // Acta physica polonica – 2017. doi:10.12693/APhysPolA.132.819.

Грищенко В.Ф., Төлендіұлы С., Нурланкызы А.

Интегралдық бағдарламалар элементтеріне жүргізу жөніндегі сыртқы-техникалық сипаттамасы

Түйіндеме. Мақалада ғарыш аппаратын электрлендіру үрдісі талқыланып, ғарыш аппараттарының электростатикалық разряды тудырады. Электростатикалық разрядтар электромагниттік кедергілердің көздері болып табылады, ол жекелеген элементтер мен құрылғыларға және жалпы жүйеге әсер етеді. Ғарыштық сәулелердің борттық радиоэлектрондық құралдардың жұмысына негізгі әсерінің нәтижелері сипатталған. Электростатикалық разрядтардың электрондық компоненттерге әсерін модельдеу әдісі қарастырылады.

Түйін сөздер. Радиоэлектрондық жүйелер, электростатикалық разрядтар, радиоэлектрондық құралдар.

УДК: 004.93'12

U.O. Seidaliyeva[1], L.B.Ilipbayeva[2], D.Zh.Utebayeva[1], N.K. Smailov[1]

([1] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

[2] International University of Information Technology, Almaty, Kazakhstan

E-mail: s.jalgasa@gmail.com)

SURVEY ON DIFFERENT DRONE DETECTION METHODS IN THE RESTRICTED FLIGHT AREAS

Abstract. As technology is improving rapidly, drone industry expands constantly making the drone gadgets affordable to more and more ordinary citizens with cheaper prices. Nowadays drones can easily be converted to dangerous weapons by loading them with explosives. There have been reported more incidents on drones threating civil aviation and a couple of terrorist attack attempts involved drones. Such serious situations enforce authorities to change the security paradigm for strategic locations such as nuclear power stations, touristic hot spots, governmental buildings etc. This paper describes methods to detect drones flying over areas that are restricted to flight. We have given brief descriptions of the main drone detection methods, then we concluded the paper with advantages and disadvantages of each method.

Key words: drone detection, UAV, radar, audio, acoustic, computer vision.

Introduction. Drones, i.e., small unmanned aerial vehicles (UAVs), are experiencing explosive growth nowadays and they have been widely used in many areas, e.g., aerial photography, traffic monitoring, disaster monitoring, etc. They have attracted many research interests with regard to path planning, secure communication, attack detection, and so on [13].

Recently the interest and demand in drone are higher than ever. With this popular demand, new types of drone merchandise have been designed and manufactured, so that civilians can afford to buy them for various purposes (i.e., research, leisure, etc.). As for this shift, the commercial drone industry keeps on growing [5].

Although commercial drones have been massively produced to satisfy the civilians needs, there has been some downsides to this. As it became easier to spot drones outdoors, more safety issues has been brought up as concerns. These are not merely about accidents regrading to drones harming individuals, but include drones invading government restricted areas. Additionally, considering that a coordinated fleet of drones is capable

of more various tasks, drones can be a bigger threat than people could imagine. As there are more drones out in public, it became harder to regulate them legally and safely. For regulation, it is essential to detect and identify drones up in the sky [5].

The current generation of drones provides FPV capabilities that allow operators to fly drones in areas located up to eight kilometers from the operator's location; this can be done both manually and automatically. In addition, modern drones are very small, and they can reach speeds of up to 65 kilometers per hour and carry up to six kilograms. The capabilities that were identified by industry and encouraged this sector to adopt drones for various legitimate purposes, have also been identified by malicious entities that misuse drones for illegitimate purposes. The cutting-edge technology and low price of drones made them accessible to individuals, resulting in an increase in drone sales; this has created new threats and caused the number of drone related incidents to rise significantly in recent years [7].

Nevertheless, the prevalent use of drones poses great threats to public security and personal privacy. For example, an attacker might strap explosives or other dangerous materials to a drone to carry out an attack; criminals can use drones to smuggle illicit materials across the border; an operator can control a drone carrying a high-fidelity camera to fly over walls and spy inhabitants' private information. The increasing frequency of incidents caused by drones makes it necessary to regulate drone air traffic. A few drone manufacturers, e.g., DJI, have embedded geofencing software into their drones to prevent them from flying over security-sensitive areas, e.g., government buildings, airports, etc. However, it is unrealistic for geofencing to cover every place and every drone. Therefore, it is of great significance to deploy an anti-drone system in a geofencing-free but security-sensitive area. Such an anti-drone system is able to detect the drone at the time it flies into the sensitive area, and estimate its location for drone defence, e.g., jamming, hunting or control of the detected drone [13].

Different techniques for drone detection. The current major detection techniques can be divided into several categories:

- Radar detection.
- Audio detection.
- Radio Frequency detection.
-Video detection.

Radar detection. When it comes to detection, the first thing that comes to mind is a radar. Monostatic radar (transmitter and receiver are collocated) is a traditional method of drone detection which detects the electromagnetic waves (EM) reflected from objects in order to determine a drone's range, speed, and velocity [7].

Radar is a useful tool for detecting and tracking of large aircraft, whereas it faces severe challenges in detecting and tracking drones, since drones have a low radar cross section and usually fly with low speed at low altitude. Even so, radar surveillance is promising in detecting and tracking drones. It has been verified that, by analyzing the micro-Doppler signatures obtained by multistatic radar, the clutter/target discrimination can be improved, which enables drone and tracking with high accuracy. Moreover, a series of experiments with DJI Phantom 2 showed that the detection range of radar hardly exceeds 3000 meters. It should be noted that radar is one kind of active sensor which operates all day and night with high electromagnetic energy. Therefore, it might be inappropriate or even forbidden to deploy high-power radars in crowded urban areas [13].

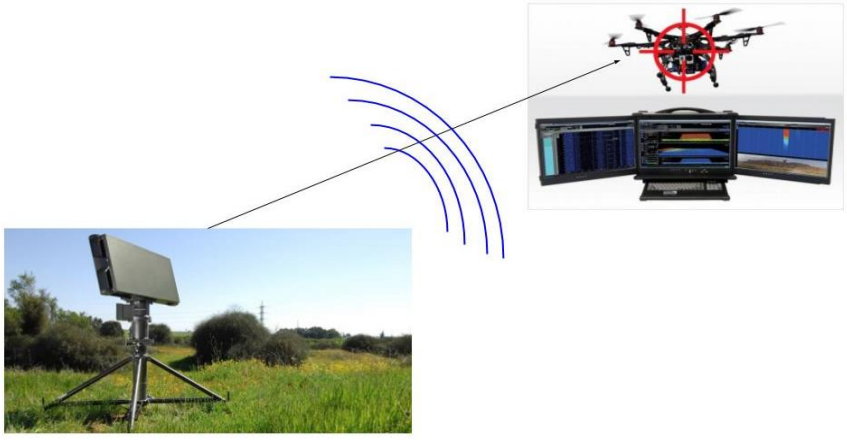


Figure 1. Radar-based drone detection system

Traditional means of detecting an arbitrary flying object using RADAR turned out that is not an easy task. Although it is not impossible considering commercially available solutions, the approach of using high-accuracy detector equipment raises the overall cost and difficulty of acquiring such equipment, hence making these systems neither accessible nor affordable.

Among various radars, there are radars specially designed to detect small aircrafts that humans cannot be on board. However, these radars have limits. For one thing, it cannot distinguish between birds and drones. This calls for an alternative solution to detect drones accurately [5].

Audio detection. Acoustic processing methods are a seemingly obvious method of detecting and tracking small UAVs. After all, we are all too familiar with the distinctive buzzing noise made by a small UAV that is flying nearby. However, there is more than meets the ear to these acoustic methods [15].

Acoustic detection methods are not dependent on the line of sight or the size of the target UAV, and many studies have suggested the use of a microphone array to detect drones by analyzing the noise of the rotors. Other studies presented methods used to detect drones based on comparing a drone's captured acoustic signature with other signatures stored in a database of previously collected sound signatures [7].

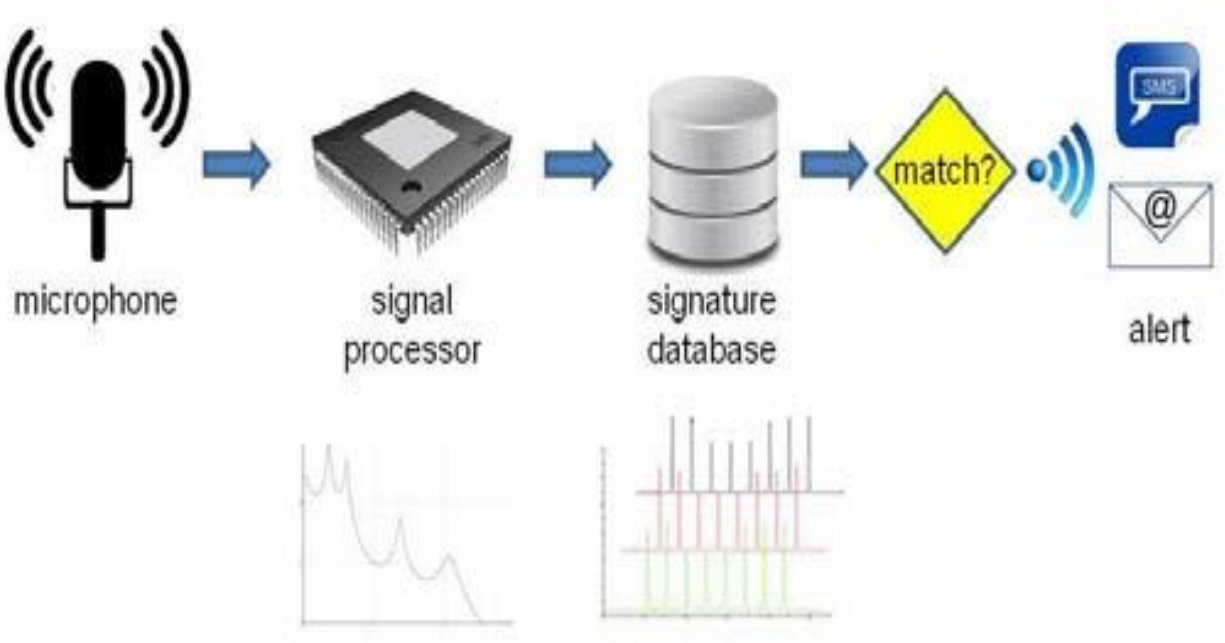


Figure 2. Acoustic sensor-based drone detection system

During the flight of drones, the sounds generated by the motors and fast rotating propellers can be utilized in detection, classification, and localization of drones by a system equipped with acoustic sensors. The acoustic signatures of drones can be obtained via analysis in both time and frequency domains. To get the location of the detected drone, the direction of arrival (DOA) of the acoustic signals can be estimated using array signal processing algorithms, e.g., MUltiple SIgnal Classification (MUSIC) and beamforming. Audio surveillance systems are of low cost of implementation. However, audio surveillance is sensitive to ambient noise and suffers from a limited detection range, which depends on the drone type and testing environment. For instance, Christnacher et al. developed a network of tetrahedron acoustic arrays, whose largest detection ranges for different drones were: 150m for a customized drone, 150m for an RC-Blade350 QX UAV, more than 250m (up to 300m) for DJI Phantom 2 [13].

Radio Frequency (RF) detection. RF scanners and spectrum analyzers are primarily used to detect drone radio signatures by detecting bands that are known to be used by drones and other radio signatures. They can be used for (1) classifying a suspicious transmission as an FPV channel, and (2) locating a drone in space. One study analyzed [16] the received signal strength indication (RSSI) patterns of Wi-Fi signals for the detection of approaching, escaping, and spying Wi-Fi drones. This method can be applied using a simple Wi-Fi receiver, however it is only effective when a line of sight between the Wi-Fi receiver and drone exists, and its accuracy for detecting a drone among other moving IoT devices that transmit Wi-Fi signals (e.g., smartwatch, smartphone) was not validated [7].

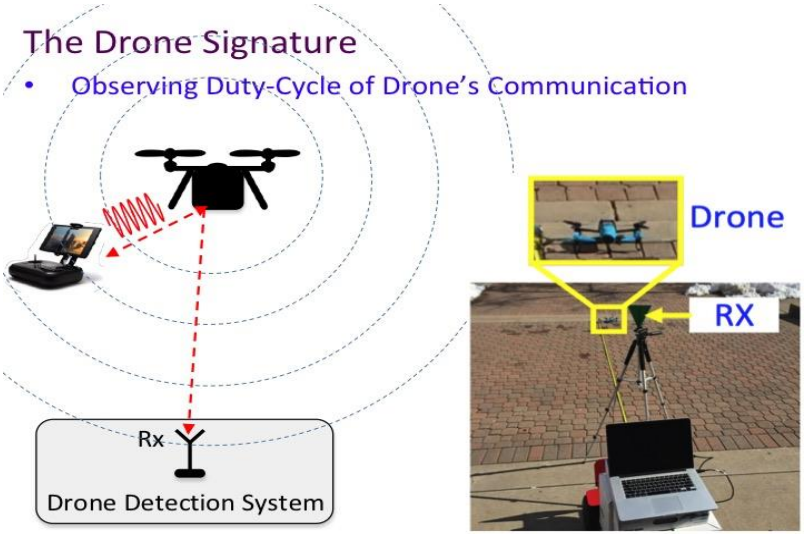


Figure 3. RF-based drone detection system

The existing drones in the market or customized drones usually communicate with their controllers at some specific frequency bands, e.g. 2.400-2.483GHz and 5.725-5.825GHz for DJI Phantom 4. However, in a practical environment, the existence of many other RF signals, e.g., WiFi, which share the same frequency band with the drones, makes RF-based drone detection challenging. One simple way is to monitor a wide range of RF, e.g., 1MHz-6.8GHz, and take any transmitter of unknown RF signals as a drone. This method will induce a high probability of false alarms, since an unknown RF transmitter is not necessarily a drone. Identifying the media access control (MAC) address of a drone is also a feasible method. However, this method is only capable of detecting drones with open MAC addresses. As there is an ever-increasing variety of drones, it gets more difficult to build and update a comprehensive database of drones' MAC addresses. Moreover, to avoid being detected, a drone's MAC address can be easily spoofed. It is promising to extract the spectrum feature of the RF signals, which can be taken as the RF signature of a drone and is distinguishable even in urban environments. With regard to drone localization based on RF signals, localization methods based on received signal strength (RSS) and DOA measurements are applicable; yet as is well known, it is necessary to take multipath and non-line-of-sight propagation into consideration [13].

Video detection (Computer vision based drone detection). Another approach for detecting and tracking unauthorized drones is computer vision. In the last few years, a wide variety of long-standing problems in machine learning, artificial intelligence, and computer vision have seen significant improvements. Average detection precision at the ImageNet Large Scale Visual Recognition Competition (ILSVRC) had reached 0.80 in 2016 from 0.22 in 2013 [15].



Figure 4. Computer vision-based drone detection system

Detection and tracking of drones based on computer vision has important advantages, including:

1. Being able to detect drones that do not have RF transmission.
2. Use of passive and cheap optical sensors.
3. Excellent inherent directional accuracy.

For faster and more accurate detection, visual and thermal cameras with different fields of view (FOVs) can be used simultaneously: wider FOV can be used for coverage, while narrower FOV can be used for better detection/classification accuracy. Infrared and laser-based techniques are alternative optical approaches for detection of drones [15].

Drone detection based on video images is essentially an object detection problem in the area of computer vision and pattern recognition. An object can be detected based on its appearance features, i.e., colours, contour lines, geometric forms or edges, etc., or/and its motion features across consecutive frames. Appearance feature-based methods have great difficulty in distinguishing drones from other similar small objects, e.g., birds, in cluttered backgrounds without motion information. By comparing consecutive images, position and moving direction of a moving object can be determined by motion-based methods, which are also utilized for object tracking. It was suggested to distinguish a drone from birds by looking at the flight patterns, since a bird will fly in a more random pattern than a drone will. However, such a method might fail when the bird is gliding. For drone detection, it is promising to combine both motion features and appearance features, which would enable the detection with higher accuracy [13].

Conclusion: In this survey paper different drone detection methods have been researched and based on different studies there have been given main features of each metghod. Each method has its own advantages, but also has limitations. Traditional radar detection methods are no longer suitable for drones, because of their small size and electromagnetic signatures. Audio detection technique can be used with an array of microphones in multiple directions and capture the sound, due to drones high-speed motor in operation will emit significant noise. But this method may fail in noisy environments. The drones' rotor or engine will generate heat when they are working, so it can be used for detection. However, this method will fail when drones release less heat, and the method is very costly, low detection rates and limited distances. Radio frequency detection is a more effective way. Drone communicates with ground control over RF signal. Such RF signal can be detected from a long distance. But the accuracy of the detection depends on the power of the transmitter and the sensitivity of the receiver.

REFERENCES

[1] Amy R. Wagoner, Daniel K. Schrader, and Eric T. Matson, “Survey on Detection and Tracking of UAVs Using Computer Vision”, First IEEE International Conference on Robotic Computing, 2017.

[2] Mohammad Reza Baghaei Pour, Hamid Tabatabaee, Mahdi Hashemi and Kazem Shekofteh S., “A new framework for detecting and tracking drones”, Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, ISSN: 2231–6345 (Online), An Open Access, Online International Journal Available at www.cibtech.org/sp.ed/jls/2014/04/jls.htm Vol. 4 (S4), pp. 612-621/Pour et al., 2014.

[3] Eren Unlu, Emmanuel Zenou and Nicolas Riviere, “Using Shape Descriptors for UAV Detection”, Society for Imaging Science and Technology, 2018.

[4] Manjia Wu, Weige Xie, Xiufang Shi, Panyu Shao and Zhiguo Shi, “Real-Time Drone Detection Using Deep Learning Approach”, Third International Conference, MLICOM 2018.

[5] Dongkyu ’Roy’ Lee, Woong Gyu La, and Hwangnam Kim, “Drone Detection and Identification System using Artificial Intelligence”, International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 2018.

[6] Christos Kyrkou, George Plastiras, Stylianos I. Venieris, Christos-Savvas Bouganis and Christos-Savvas Bouganis, “DroNet: Efficient Convolutional Neural Network Detector for Real-Time UAV Applications”, Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE), 2018.

[7] Ben Nassi , Asaf Shabtai, Ryusuke Masuoka, Yuval Elovici, “SoK - Security and Privacy in the Age of Drones: Threats, Challenges, Solution Mechanisms, and Scientific Gaps”, 2019.

[8] Hyun Hwang, ‘Low-cost and scalable visual drone detection system based on distributed convolutional neural network”, master thesis Submitted to the Faculty of Purdue University, 2018.

[9] Jihun Park, Dae Hoe Kim, Young Sook Shin and Sang-ho Lee, “A Comparison of Convolutional Object Detectors for Real-time Drone Tracking Using a PTZ Camera”, 2017 17th International Conference on Control, Automation and Systems, ICCAS 2017.

[10] Ismail Guvenc, Ozgur Ozdemir, Yavuz Yapici, Hani Mehrpouyan, and David Matolak, “Detection, Localization, and Tracking of Unauthorized UAS and Jammers”, IEEE/AIAA 36th Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2017.

[11] Zizhe Wang, Lin Qi, Yun Tie, Yi Ding, Yang Bai, “Drone Detection Based on FD-HOG Descriptor”, 2018 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery, 2018.

[12] Muhammad Saqib, Nabin Sharma, Sultan Daud Khan, Michael Blumenstein, “A Study on Detecting Drones Using Deep Convolutional Neural Networks”, 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2017.

[13] Xiufang Shi, Chaoqun Yang, Weige Xie, Chao Liang, Zhiguo Shi and Jiming Chen, “Anti-Drone System with Multiple Surveillance Technologies: Architecture, Implementation, and Challenges”, IEEE Communications Magazine 56(4):68-74 , 2018.

[14] Cemal Aker, Sinan Kalkan, “Using Deep Networks for Drone Detection”, 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2017.

[15] Ismail Güvenç, Farshad Koohifar, Simran Singh, Mihail L. Sichitiu, and David Matolak, “Detection, Tracking, and Interdiction for Amateur Drones”, AMATEUR DRONE SURVEILLANCE: APPLICATIONS, ARCHITECTURES, ENABLING TECHNOLOGIES, AND PUBLIC SAFETY ISSUES, IEEE Communications Magazine, 2018.

Сейдалиева У.О., Илипбаева Л.Б., Утебаева Д.Ж., Смайлов Н.К.

Ұшудың шектеулі аймақтарында ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтаудың әртүрлі әдістерін зерттеу

Түйіндеме: Технологияның қарқынды дамуымен, ұшқышсыз ұшу аппараттарының өндірісі де үздіксіз кеңеюде, әрі көптеген қарапайым тұрғындарға ұшқышсыз ұшу аппараттары арзан бағамен қол жетімді болуда. Қазіргі уақытта дрондарды жарылғыш заттармен жүктеу арқылы қауіпті қаруларға оңай айналдыруға болады. Дрондардың азаматтық авиацияға қауіп төндіруіне қатысты, сондай-ақ дрондардың көмегімен террористік шабуыл жасау туралы бірнеше маңызды оқиғалардың орын алғаны да бар. Мұндай қауіпті әрі маңызды жағдайлар билікті атомдық электр станциялары, туристік алаңдар, үкімет ғимараттары және т.б. сияқты стратегиялық орындар үшін қауіпсіздік парадигмасын өзгертуге мәжбүр етеді. Бұл мақалада ұшу мүмкіндігі шектеулі аудандар арқылы ұшатын ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтау әдістері сипатталған. Біз бұл мақалада дрондарды анықтаудың негізгі әдістеріне қысқаша сипаттама беріп, содан кейін жұмысты әр әдістің артықшылықтары мен кемшіліктерін қысқаша келтіру арқылы аяқтадық.

Түйін сөздер: дронды анықтау, ҰҰА, радар, аудио, акустика, компьютерлік көру.

Сейдалиева У.О., Илипбаева Л.Б., Утебаева Д.Ж., Смайлов Н.К.

Исследование различных методов обнаружения беспилотников в зонах ограниченного полета

Резюме: Поскольку технология быстро совершенствуется, соответственно отрасль беспилотных летательных аппаратов постоянно расширяется, делая устройства беспилотных летательных аппаратов доступными для все большего числа простых граждан по более низким ценам. В настоящее время беспилотники можно легко превратить в опасное оружие, загружая их взрывчаткой. Были некторые серьезные новости о новых инцидентах с беспилотниками, угрожающими гражданской авиации, а также о нескольких попытках террористической атаки с использованием беспилотников. Такие серьезные ситуации заставляют власти менять парадигму безопасности для стратегических мест, таких как атомные электростанции, туристические горячие точки, правительственные здания и т.д. В этой статье описываются методы обнаружения беспилотных летательных аппаратов, летящих над районами, которые ограничены полетом. Мы дали краткое описание основных методов обнаружения дронов, а затем мы завершили работу с преимуществами и недостатками каждого метода.

Ключевые слова: обнаружение дронов, БПЛА, радар, аудио, акустика, компьютерное зрение.

B.N.Adilkazy, B.T.Bakhtiyar,M.Otynchiyeva, D.Umyshev, B.M.Shaimerden
(Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Almaty, Kazakhstan)

TESTS OF PTVM-100 HOT WATER BOILERS

Abstract: The relevance of the use of hot water and steam boilers innovative designs and technical solutions in terms of the manufacture of hot water boilers have allowed to achieve high efficiency at minimum cost of energy resources - electricity, gas, solid and liquid fuels. Modern requirements include specific standards in terms of safety and reliability, allowing to operate steam and hot water boilers for a long time the use of hot water and steam boilers innovative designs and technical solutions in terms of the manufacture of hot water boilers have allowed to achieve high efficiency at minimum cost of energy resources - electricity, gas, solid and liquid fuels. Modern requirements include specific safety and reliability standards that allow the operation of steam and hot water boilers for a long time.

Key words: hot water boiler, boiler layout, hydraulic tests, energy resources, liquid fuels, steam.

Б.Н.Адилказы, Б.Т.Бахтияр, М.Отынчиева, Д. Умышев, Б.М.Шаймерден.
(Алматинский университет Энергетики и Связи, Алматы, Казахстан)

ИСПЫТАНИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ПТВМ-100

Аннотация: Актуальность использования водогрейных и паровых котлов инновационные конструкции и технические решения в плане изготовления водогрейных котлов позволили добиться высокого КПД при минимальных затратах энергетических ресурсов - электроэнергии, газа, твердого и жидкого топлива. Современные требования включают в себя конкретные нормы в плане безопасности и надежности, позволяющие эксплуатировать паровые и водогрейные котлы на протяжении долгого времени.

Ключевые слова: Водогрейный котел, компоновка котла, гидравлические испытания, энергетический ресурс, жидкое топливо, пар.

Цель работы: Испытания водогрейных котлов и доработка с целью увеличения единичной мощности и повышению показателей КПД котла.

Назначение котлов типа ПТВМ-100

Пиковые теплофикационные водогрейные котлы типа ПТВМ-100, устанавливаемые в качестве источника теплоснабжения, предназначены для покрытия пиковых и основных нагрузок в системах централизованного теплоснабжения и представляют собой прямоточные агрегаты, подогревающие непосредственно воду тепловых сетей. При работе котла циркуляция воды в нем осуществляется по 2-м ходовым схемам [1].

Тепловая производительность	100 Гкал/ч (116,4 МДж/с)
Рабочее давление	до 25 кгс/см^2 (2,5 МПа)
Максимальная температура воды на выходе из котла	150 °С
Номинальный расход воды при пиковом режиме	2140 т/ч (594 кг/с)
Минимальный расход	1500 т/ч (417 кг/с)

Описание и принцип работы котлов

Топочная камера предназначена для сжигания высокосернистого мазута и природного газа. Размеры топочной камеры в плане – 6,23х6,23 м, высота призматической части - 5,3 м. Стены топочной камеры экранированы трубами dнxS = 60х3 мм с шагом Н = 64 мм. Количество труб: в фронтовом и заднем экранах - по 96 шт, в левом и правом боковых экранах - по 98 шт. Амбразуры горелок выполнены из зашипованных трубчатых колец, включенных в циркуляционный контур котла. Все трубы экрана соединены между собой горизонтальными поясами жесткости с шагом по высоте 2,8 м.

Настенные экраны котлов вварены в верхние и нижние камеры dнxS = 273х11мм. Верхние камеры боковых экранов разделены перегородкой (заглушкой) на две части - фронтовую и заднюю. Объем топочной камеры-245м3.

Конвективная часть состоит из 96 секций, каждая секция представляет собой U-образные змеевики из труб dнxS = 28х3 мм, вваренные своими концами в стояки dнxS = 83х3,5 мм. Змеевики расположены в шахматном порядке с шагом Н = 33 мм. Трубы змеевиков каждой секции свариваются 6-ю вертикальными дистанционирующими планками, образуя жесткую форму. По ходу газов конвективная часть разделена на два пакета, зазор между которыми составляет 600 мм. Поверхность нагрева конвективной части котла составляет 2960 м^2. Стояки по длине имеют две перегородки для соответствующего направления движения воды через змеевики.Водяной объем, включая трубопроводы в пределах котла V=30 м^3. Температура уходящих газов при максимальной нагрузке:

- на мазуте - 230 °С;
- на газе - 185 °С;
- КПД котла при 40% нагрузке 92,6 и 92,1% соответственно при работе на мазуте и газе [2].

Котел работает устойчиво в диапазоне нагрузок от 15 до 100%. Компоновка котла башенная с верхним выходом дымовых газов на естественной тяге. Котлы водотрубные с принудительной циркуляцией. Вода в котле нагревается за один цикл, т.е. кратность циркуляции равна единице. Котел оборудован 16 газомазутными горелками производительностью 900 м^3/час (0,25 м^3/с) по газу и 800 кг/час (0,22 кг/с) по мазуту.

Каркас котла состоит из четырех плоских рам, связанных в простран-ственную конструкцию в виде параллелепипеда общей высотой 14,45 м и размерами в плане 6,9х6,9 м. Угловые стойки являются общими для двух рам, примыкающих друг к другу в углах. На верхней отметке расположены грузовые ригели рам и несущие балки потолка, к которым подвешивается весь котел. Для придания общей пространственной жесткости конструкции используются помосты, опоясывающие каркас на трех отметках.

Обмуровка выполнена облегченной с креплением непосредственно к экранным трубам. Натрубная обмуровка состоит из трех слоев теплоизоляционных материалов: шамотобетона на глиноземистом цементе, минеральной ваты в виде матрацев в металлической сетке и уплотнительной газоне-проницаемой обмазке, которая также обеспечивает гидроизоляцию котла от атмосферных осадков. Общая толщина обмуровки - 115 мм. При работе котла в пиковом режиме циркуляция воды происходит по 2-х ходовой схеме: из напорного трубопровода сетевая вода попадает в нижнюю входную камеру, откуда по четырем трубам dнxS = 263х7 мм (по двум к нижнему коллектору левого бокового экрана и по двум - к нижнему коллектору правого бокового экрана) подается к коллекторам боковых экранов. Первый ход: снизу вверх по боковым экранам и через боковые верхние коллектора, фронтовой и задний верхние коллектора, конвективную часть попадает в промежуточные коллектора фронтового и заднего экранов. Второй ход: из промежуточных коллекторов сверху вниз вода проходит фронтовой и задний экраны и попадает в нижнюю выходную камеру, а оттуда по трубопроводу диаметром 630 и 8 мм в коллектор горячей воды. Подача воздуха в каждую горелку на котлах производится вентилятором типа Ц-9-57 производительностью 10 000 м3/ч (2,8 м^3/с), и напор – 160 мм, мощность электродвигателя 7 кВт, число оборотов электродвигателя 1450 об/мин (24 об/с). Вентиляторы установлены на нулевой отметке и имеют общий всасывающий короб.

На каждом котле установлено 4 обдувочных аппарата. Обдувочный аппарат представляет собой вращающуюся трубу dт = 50 мм с отверстиями, через которые выходит пар с давлением 13 ата, струи которого и очищают поверхности нагрева конвективной части котла [3].

Характеристики котлов ПТВМ

Технические характеристики котлов ПТВМ-50 и ПТВМ-100 Котлы водогрейные ПТВМ-50 и ПТВМ-100 могут эксплуатироваться как в основном режиме, так и в пиковом (для подогрева сетевой воды) соответственно от 70 до 150°С и от 110 до 150°С. Котлы имеют башенную компоновку: над вертикальной топочной камерой располагается конвективная поверхность нагрева. Топочная камера экранирована трубами 60х3 мм. Конвективная поверхность нагрева котлов водогрейных ПТВМ-100 состоит из восьми пакетов, а котла ПТВМ-50 - из четырех пакетов. Набирается из U-образных ширм из труб 028х3 мм. Боковые стены конвективного газохода закрыты трубами 083х3,5 с шагом 128 мм и являются одновременно стояками конвективных полусекций. Трубные системы котлов подвешиваются к каркасу за верхние коллекторы и свободно расширяются вниз. Котел ПТВМ-50 оборудован 12 газомазутными горелками МГМГ-6 - по шесть с каждой стороны. Котел водогрейный ПТВМ-100 оборудован 16 газомазутными горелками МГМГ-8 - по восемь с каждой стороны. Каждая горелка снабжена индивидуальным дутьевым вентилятором. По согласованию котлы могут быть оборудованы любыми зарубежными или отечественными газовыми горелками соответствующей производительности. Котлы, работающие на мазуте, могут быть оборудованы устройством газоимпульсной очистки (ГИО) для удаления наружных отложений с труб конвективных поверхностей нагрева. Котлы водогрейные имеют облегченную натрубную обмуровку и теплоизоляцию, поставляются без обшивки. Обмуровочные и изоляционные материалы в комплект поставки не входят [4].

Технические характеристики	ПТВМ-50	ПТВМ-100
Теплопроизводительность номинальная, МВт (Гкал/ч)	58,2 (50)	116,3(100)
Вид топлива	газ	
Давление воды на входе в котел, не более, МПа	1,6	
Давление воды на выходе тз котла, не менее, МПа	1,0	
Температура воды на входе °С (основной/пиковый)	70/110	
Температура воды на выходе °С	150	
Гидравлическое сопротивление, МПа	0,25	0,25
Диапазон регулирования теплопроизводительности по отношению к номинальной, %	30-100	
Расход воды, т/ч, (основной/пиковый)	618/1230	1235/2460
Удельный расход условного топлива, $м^3$/МВт ч	132	134
Полный назначенный срок службы, лет, не менее	20 лет	
КПД котла, % не менее	92,8	90,1
Комплектация	ПТВМ-50	ПТВМ-100
Горелка (по согласованию)	МГМГ-6	МГМГ-8

Меры по выполнению гидравлических испытаний

Если после проведения гидравлического испытания котла видимых дефектов и остаточных деформаций не наблюдается, нет падения внутреннего давления, то считается, что объект успешно прошел все испытания. Требуется добавить, что появление капель в разъемных и развальцованных соединениях не допускается, так как свидетельствует о неисправности диагностируемого котла. При выполнении процедуры гидравлического испытания работниками принимаются меры к ограждению и не допущению к котлу посторонних лиц. После испытания обеспечивается полный слив воды, вследствие чего котел считается подготовленным к дальнейшей промышленной эксплуатации. Любые гидравлические испытания паровых и водогрейных котлов должны выполняться исключительно специалистами, имеющими соответствующий допуск, получившими квалификационный уровень на курсах или в специали-зированных учебных заведениях. Принимая во внимание потенциальную опасность котлов, находящихся под давлением, к работе по гидравлическим испытаниям следует относиться со всей ответственностью [5].

Испытания водогрейных котлов

В то же время даже самые современные модификации котлов все равно нуждаются в гидравлических испытаниях, позволяющих определить их техническое состояние. Какие элементы подвергаются гидравлическим испытаниям? Согласно федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» эксплуатировать допускается только исправные котлы. Для этого экономайзеры, пароперегреватели и прочие составные элементы котла подвергаются гидравлическим испытаниям, включая проверку целостности соединений, герметичности и прочности . Проверяются все сварные и литые соединения, фасонные детали и запорная арматура, однако если проверка была выполнена ультразвуком на заводеизготовителе, то гидравлические испытания данных элементов можно не проводить. То же самое касается и проверки неразрушающим методом дефектоскопии, который также разрешает не проводить дополнительные проверки надежности и герметичности соединений. Если дефектоскопия и ультразвуковые испытания на заводе не проводились, то гидравлическим испытаниям подвергаются блоки поверхностей нагрева, коллекторы, приваренные штуцера и трубы, барабаны, теплообменники и прочие компоненты котла. Минимальным пробным давлением в ходе гидравлического испытания является следующее:

- при давлении свыше 5 кгс/$см^2$ (0,5 МПа) - Ph = 1,25 р, но не менее р + 0,3 МПа (3 кгс/см2).
- при давлении ниже 5 кгс/см2 (0,5 МПа) - Ph = 1,5 р, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/$см^2$).

Важно отметить, что при гидравлическом испытании главным показателем считается рабочее давление в барабане котла, а если же котел является прямоточным (безбарабанным), то за эталон принимается давление на входе в котел. Перед проведением испытания в обязательном порядке изучается конструкторская документация и паспорт на промышленный котел.

Для того, чтобы приступить к выполнению работы по испытанию водогрейных и паровых котлов на конструктора возлагается обязанность по выбору такого значения пробного давления, которое бы давало необходимые сведения и позволило бы выявить возможные дефекты. Непосредственное гидравлическое испытание выполняется после всех видов контроля и термообработки, а также устранения выявленных дефектов. Следует учесть, что гидравлическое испытание отдельных деталей, элементов или блоков оборудования на месте монтажа не является обязательным, если они прошли гидравлическое испытание на местах их изготовления или подвергались 100% контролю ультразвуком или иным равноценным неразрушающим методом дефектоскопии. Испытание выполняется водой, температура которой в районе 5-40°С, однако в некоторых случаях жидкость может быть разогрета до температуры 80°С. Нужно учитывать, что разница температур не должна приводить к выпадению конденсата, вызывать процессы коррозии или загрязнять котел. В ходе заполнения экономайзера, котла или пароперегревателя водой воздух из внутренних полостей должен удаляться равномерно. Непосредственное время выдержки котла под пробным давлением не должно быть ниже 10 минут, за время которого в котле не должно быть зафиксировано падение давления. После этого давление снижают до обычного и внимательно осматривают все узлы, сварные швы, патрубки, вентили, заклепочные и вальцованные соединения на предмет деформаций и повреждений. Во время испытания давление внутри котла фиксируется двумя манометрами, с классом точности не менее 1,5. При этом для подъема давления не допускается использование газа или сжатого воздуха.



Рис. 1. Котел ПТВМ-100

Тепловое напряжение топочного объема котла ПТВМ-100 порядка 580 кВт/м3. Малое время пребывания топлива в топке при повышенных нагрузках, резкое охлаждение газов в конвективной части, отсутствие подогрева воздуха и ввод его в топку с малыми скоростями, по мнению авторов [6, 7] создают условия для образования зольносажистых соединений в топке и оседания их на конвективных поверхностях нагрева. Эти отложения хорошо адсорбируют серный ангидрид. Анализ отложений по исследованиям [10, 11] примерно следующий: углерода – 50-70 %, золы – 30-50 %, содержащей свободной H_2SO_4 до 6 % (SO_3 – 47 %). Зольносажистые соединения обладают большой липучестью, вследствие чего при эксплуатации котлов наблюдается прогрессивный занос конвективного пучка. При этом ухудшается теплообмен, что приводит к повышению температуры уходящих газов, возрастанию аэродинамического сопротивления конвективного пучка и ограничению нагрузки по условиям тяги (нехватка разрежения). При естественной тяге (индивидуальная или групповая дымовая труба) непрерывная работа котлов на максимальной нагрузке длится не более 6-7 дней, а в некоторых случаях – только 2-3 дня. При невозможности останова для очистки, температура уходящих газов возрастает до значений порядка 300 °С, и по данным [5, 7] через 10 дней производительность котла падает до 50 % от номинальной. При этом вверху топки вместо разрежения возникает избыточное давление.

К концу периода между обмывками температура уходящих газов превышает расчетную в среднем на 60-100 °С, а потери с уходящими газами на 4-7 % выше расчетных. Продолжительность межобмывочной компании башенных котлов ПТВМ зависит от интенсивности заноса конвективных поверхностей нагрева, которая, в свою очередь, зависит от нагрузки котла и сжигаемого топлива. Чем выше нагрузка котла, тем интенсивней занос. По данным исследований [5, 8, 9] межобмывочный

период при нагрузках 40-50% от номинальной составляет 8-10 суток, а при нагрузках 70-80% от номинальной – до 5 суток.

На водогрейных котлах ПТВМ башенной компоновки основные повреждения происходят в конвективной части и в основном из-за коррозии [8, 10, 11]. Полная замена конвективной части производится на большинстве котлов через 5000-7000 часов работы. Повреждения труб экранной системы от наружной сернокислотной коррозии появляются позднее, примерно через три года эксплуатации. Полная замена экранных труб производится через 10000-11000 часов работы.

Средние затраты средств на ремонты водогрейных котлов ряда ТЭС и котельных выше, чем паровых типа БКЗ-160-100, имеющих аналогичную теплопроизводительность [9]. Необходимо отметить, что на ежегодный ремонт конвективных поверхностей нагрева одного котла ПТВМ-100 расходуется около 14 тонн труб.

Для повышения надежности работы конвективной части на ряде котлов была проведена реконструкция конвективной части, предусматривающая применение толстостенных труб большего диаметра с одновременным увеличением живого сечения для прохода газа. Для реконструкции применялись трубы диаметром 32х4 мм и 38х3,5 мм.

На котле АТЭЦ-1 была произведена реконструкция конвективной части по проекту СКБ ВТИ. Поверхность нагрева после реконструкции составила 2743 м^2, что на 217 м^2 меньше заводской. В связи с чем температура уходящих газов по расчетам должна увеличиться по сравнению с нормативной и составить порядка 270 °С.

В результате реконструкции конвективного пучка удалось добиться длительной работы котла при нагрузке 70 Гкал/час без ограничений тяги, тогда как в традиционной конструкции конвективных пучков происходило перекрытие межтрубного пространства золосажистыми отложениями в связи с малым поперечным шагом конвективной части.

Однако анализ статистических данных роста температур уходящих газов и теплопроизводительности по времени реконструированного котла (рис. 2), показал, что при нагрузке 70 Гкал/час после отмывки температура уходящих газов составила 190 °С, но уже через 10 дней температура достигла 300 °С (рост температуры 10-11 °С/сутки). Несмотря на значительный рост температуры, ограничений по тяге не было. При этом повторная частичная отмывка привела к значительному снижению температуры уходящих газов, которая через 3-4 дня снова достигла уровня 300 °С.



Рис. 2. Динамика изменения теплопроизводительности и температуры уходящих газов на котле АТЭЦ-1 (январь-февраль месяц)

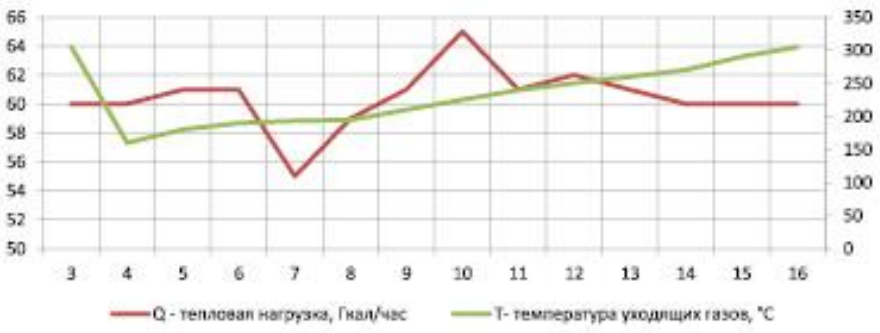


Рис. 3. Динамика изменения теплопроизводительности и температуры уходящих газов на котле ст. № 2 АТЭЦ-1 (февраль месяц)

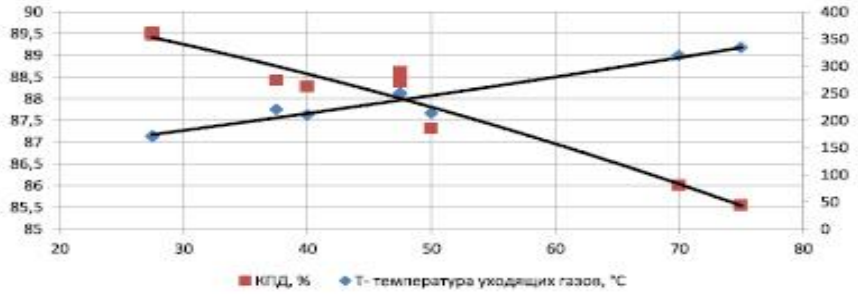


Рис. 4. Результаты испытаний водогрейного котла ПТВМ-100 ст. № 4 АТЭЦ-1

Средний рост температуры на котле также в среднем составлял 11 °С/сутки (рис. 3). Реконструкция позволила сократить количество обмывок при эксплуатации водогрейных котлов ПТВМ-100. За два месяца работы без отмывок при теплопроизводительности 70 Гкал/час температура уходящих газов стабилизировалась на уровне 320-340 °С. Как показали испытания водогрейного котла на различных нагрузках КПД котла на нагрузке 75 Гкал/час не превышал 85,5 % (рис. 4).

Реконструкция не решила вопроса с заносом отложениями конвективных поверхностей нагрева, интенсивность заноса практически не изменилась, однако позволила работать котлу без останова длительное время на нагрузке 75 Гкал/час при пониженной эффективности.

Основной задачей всех работ по модернизации ПТВМ-100 в Казахстане в первую очередь было повышение уровня надежности, в частности отдельных блоков и узлов: схемы циркуляции, конвективный пакет труб, топка и горелки. При этом по расчетам экономических показателей данные не сильно превосходили заводские характеристики, а в ряде случаев стали даже ниже. Не был устранен основной недостаток – занос конвективных поверхностей золосажистыми отложениями, который напрямую связан с высокими температурами на выходе из топочной камеры котла ПТВМ-100.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Орумбаев Р.К., Кибарин А.А., Коробков М.С., Касимов А.С., Ходанова Т.В. К вопросу повышения надежности и длительной теплопроизводительности водогрейных котлов ПТВМ-100 при работе на мазуте // Научное обозрение. - 2017. - № 1. - С. 80-84.

[2] Котлы паровые и водогрейные. Общие технические требования. М.: Изд-во стандартов, 1982.

[3] Котлы водогрейные. Основные параметры и технические требования. Минск, изд-во стандартов, 1996.

[4] Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью до 100 кВт. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1990.

[5] Локшина В.А. Гидравлический расчет котельных агрегатов. М.: «Энергия», 1978.

[6] Билкис Е.Л., Жирнов Н.И., Земцев В.А. Исследование работы пикового водогрейного котла ПТВМ-100 на высокосернистом мазуте // Электрические станции. – 1968. – № 3. – С.27-30.

[7] Соболев В.М., Ахмедов Д.Б. Расчет выгорания тяжелого жидкого топлива при многоступенчатом сжигании // Теплоэнергетика. – 1981. – № 5. – С. 40-44.

[8] Лайковский Э.Э., Сорокин Р.И. Разрядка конвективного пучка котла ПТВМ-50 // Промышленная энергетика. – 1973. – № 3. – С.25-26.

[9] Мещеряков И.М., Василенко Г.В., Бовина Г.М., Боровков В.М. Повышение эффективности эксплуатационной очистки водогрейных котлов // Теплоэнергетика. – 2007. – № 9. – С.70-72.

[10] Журавов А.А. Реконструкция котлов ПТВМ-100 и ПТВМ-50 – реальный путь решения проблемы дефицита тепловых мощностей для города

// Новости теплоснабжения. -2000.- № 1. – С.22-23

[11] Доверман Г.И., Мошкарин А.В., Шелыгин Б.Л., Мельников Ю.В. Расчет котельных агрегатов с использованием современных программных продуктов. Учеб. пособие. «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – 2007.

Әділқазы Б.Н., Бахтияр Б.Т., Отынчиева М., Умышев Д., Шаймерден Б.М.

ПТВМ-100 су жылыту қазандықтарын сынау

Түйіндеме. Су жылытатын және бу қазандықтарын пайдаланудың өзектілігі су жылытатын қазандықтарды дайындау жоспарында инновациялық құрылымдар мен техникалық шешімдер энергетикалық ресурстардың - электр энергиясының, газдың, қатты және сұйық отынның ең аз шығынында жоғары ПӘК-не қол жеткізуге мүмкіндік берді. Қазіргі заманғы талаптар ұзақ уақыт бойы бу және су жылыту қазандықтарын пайдалануға мүмкіндік беретін қауіпсіздік пен сенімділік тұрғысынан нақты нормаларды қамтиды.

Түйінді сөздер: Су жылытқыш қазан, қазандықты құрастыру, гидравликалық сынау, энергетикалық ресурс, сұйық отын, бу.

УДК 004.658.2

[1]G. Shuitenov, K. Sadvakasova, [2]A. Zakirova
([1]Kazakh university of economy, finance and international trade, Astana, g.shuitenov@mail.ru,
[2]ENU named after L. N. Gumilyev, Astana)

CLOUD STORAGE IMPLEMENTATION

Abstract. The possibilities of private cloud storage work out on the basis of OpenSource of the NextCloud system are considered in the article. On the basis of the given example it is possible to organize safe data storage both in the organizations of education, and in other scopes of IT technologies.

Key words: cloud storage, Internet services, web interface.

[1]Г.Ж. Шуйтенов, К.Ж. Садвакасова, [2]А.Б. Закирова
([1]Казахский университет экономики, финансов и международной торговли
[2]Евразийский Национальный Университет им Л.Н. Гумилева
g.shuitenov@mail.ru)

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ

Аннотация. В статье рассматриваются возможности создания частного облачного хранилища на основе OpenSource системы «NextCloud». На основе приведенного примера можно организовать безопасное хранение данных как в организациях образования, так и в других сферах применения IT технологий.

Ключевые слова: облачное хранилище, интернет-сервисы, веб-интерфейс.

В связи с возрастающим использованием современной компьютерной техники в системы высшего образования и широким внедрением в практику работы образовательных организаций хранения большого массива данных возникает необходимость организации безопасного и упорядоченного хранилища. Современные информационные системы (ИС), в том числе и образовательные, представляют собой конкретные программные приложения, каждое из которых работает с определенным набором информации – базой данных [1]. База данных – это единое хранилище данных, которое однократно определяется, а затем используется одновременно многими пользователями – представителями разных подразделений [2].

Целью данной статьи является практическая реализация сетевого хранилища данных на основе операционной системы Linux и облачной системы NextCloud. Стоит сразу отметить, что обе эти системы поддерживают лицензию OpenSource, и его реализация полностью бесплатна. Основные функции разрабатываемой ИС - распределенное хранение данных с авторизованный доступом.

Облачное хранилище данных (англ. cloud storage) — модель онлайн-хранилища, в котором данные хранятся на многочисленных распределённых в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам, в основном, третьей стороной. В отличие от модели хранения данных на собственных выделенных серверах, приобретаемых или арендуемых специально для подобных целей, количество или какая-либо внутренняя структура серверов клиенту, в общем случае, не видна.[3] Данные хранятся и обрабатываются в так называемом «облаке», которое представляет собой, с точки зрения клиента, один большой виртуальный сервер. Физически же такие серверы могут располагаться удалённо друг от друга географически. Облачными хранилищами являются такие интернет-сервисы, как: Dropbox, OneDrive, Google Drive, iCloud, Яндекс Диск, Облако Mail.Ru.

Однако, большинство предлагаемых решений удаленного хранения данных, имеют некоторые ограничения в объеме хранимых данных, некоторые решения являются коммерческими и последний немаловажный факт, что данные хранятся на сторонних серверах. На сегодняшний момент существует ряд решений для создания «собственного» частного хранилища и в данной статье, мы бы хотели рассмотреть возможности такого решения на основе системы «NextCloud». NextCloud - это облачное хранилище с открытым исходным кодом для синхронизации и совместного использования файлов, простое в использовании и с высокой степенью защиты.[4] В компаниях Nextcloud позволяет организовать легкий доступ к своим файлам, фотографиям и документам для работы и совместного использования с членами команды, клиентами и партнерами. В хранилище также есть возможность работы с календарем, планировщиком задач и контактами. Программы-клиенты для синхронизации

данных с ПК доступны под управлением Windows, OS X или Linux и с мобильными устройствами на iOS и Android. Также возможен доступ через веб-интерфейс NextCloud в любом браузере.

Nextcloud предоставляет средства для обеспечения совместного доступа, версионный контроль изменений, поддержку воспроизведения медиаконтента и просмотра документов прямо из web-интерфейса, возможность синхронизации данных между разными машинами, возможность просмотра и редактирования данных с любого устройства в любой точке сети. Доступ к данным может быть организован как при помощи web-интерфейса, так и с использованием протокола WebDAV и его расширений CardDAV и CalDAV. В отличие от сервисов Google Drive, Dropbox, Яндекс.Диск и box.net, проект Nextcloud дают пользователю полный контроль над своими данными - информация не привязывается ко внешним закрытым облачным системам хранения, а размещается на подконтрольном пользователю оборудовании, в частности можно организовать хранение данных на серверах организации образования. В NextCloud пользователи могут осуществлять видеозвонки из своего окружения Nextcloud и через защищённые каналы связи общаться с коллегами непосредственно через браузер. В процессе общения можно предоставить совместный доступ к документам и сохранять их в своём экземпляре Nextcloud. Также можно предоставить доступ к содержимому экрана. Сервер Nextcloud можно развернуть на любом хостинге, поддерживающем выполнение PHP-скриптов и предоставляющем доступ к SQLite, MariaDB/MySQL или PostgreSQL.[5]

В системах образования использование open source систем очень актуально, поскольку оно позволит решит проблему защищенного хранения данных и организации персонифицированного доступа к данным как преподавателей, так и студентов. С учетом внедрения системы электронного документооборота, интеграции с ней, система NextCloud позволит обеспечить безопасное хранение внутренних документов и ее использование. Рассмотрим процедуру установки облачного хранилища на операционную систему Linux, выбрав ее в качестве host системы. Предварительно нужно установка LAMP системы, поскольку доступ к системе осуществляется через web-интерфейс и требует наличия веб-сервера [6].

Устанавливаем его командой в Терминале: sudo apt install apache2

После этого вводим команду:

sudo sed -i "s/Options Indexes FollowSymLinks/Options FollowSymLinks/" /etc/apache2/apache2.conf

Это отключит список каталогов для Apache. После этого нужно остановить, запустить и активировать службу Apache2. Это позволит ей запускаться при загрузке ОС.

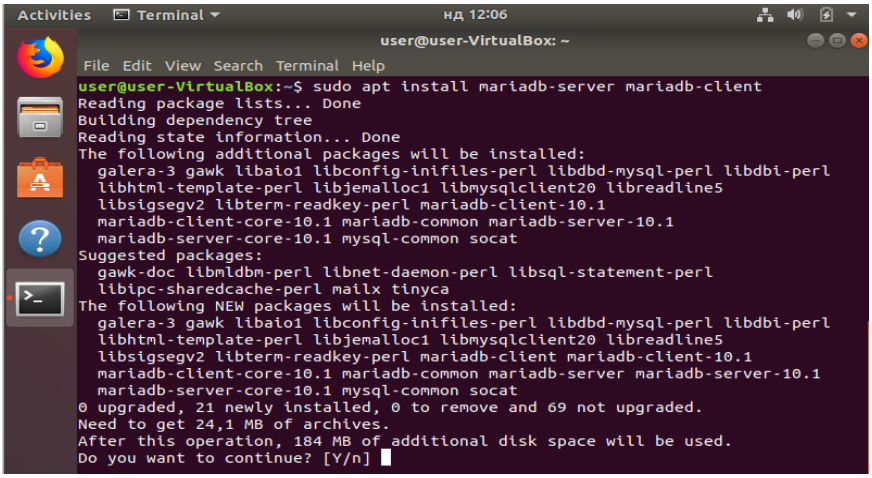


Рис 1. Терминал Linux

После установки по аналогии с web сервером Apache, сервра БД, мы вводим команды для перезагрузки:

sudo systemctl restart mariadb

sudo systemctl enable mariadb

Это позволит серверу стартовать при запуске ОС. Далее настраиваем параметры безопасности. Вводим команду: sudo mysql_secure_installation и перезапускаем сервер sudo systemctl restart mariadb

И наконец, необходима установка интерпретатора языка PHP и его дополнительных модулей. NextCloud требует для работы установку последней версии PHP. Поэтому его устанавливаем из

стороннего репозитария: sudo apt-get install software-properties-common и sudo add-apt-repository ppa:ondrej/php.

После установки основных компонентов, платформы для функционирования системы облачного хранения данных, следую процедуры по установки самой системы и ее настройки. В первую очередь нужно сконфигурировать первую базу MariaDB[7].

Как мы уже отмечали на кроссплатформенность системы, установив систему мы можем осуществлять доступ к данным с помощью различных клиентских приложений, предоставляющих возможности синхронизации данных с персональными компьютерами под управлением различных операционных систем (Windows, OS X, Linux) и с мобильными устройствами на базе iOS и Android. Стандартным является доступ к хранилищу посредством веб-интерфейса в любом современном браузере.

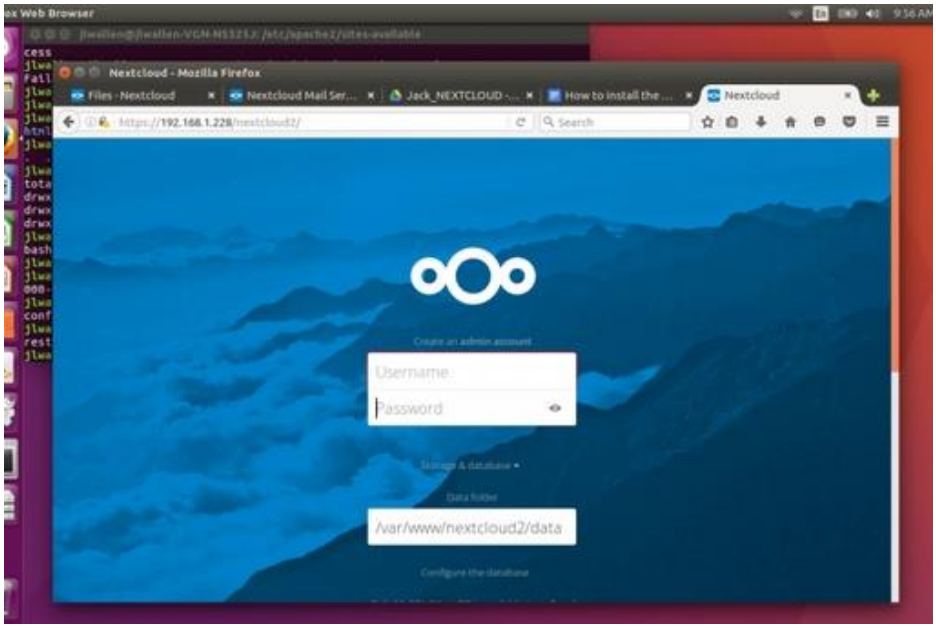


Рис 1. Окно авторизации в NextCloud

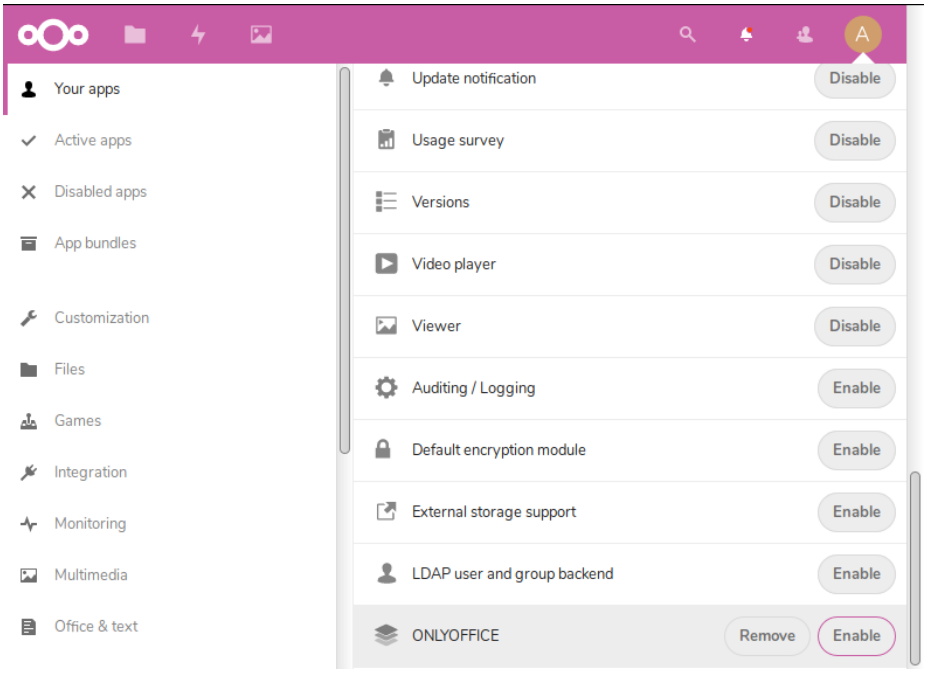


Рис 2. Страница дополнительных модулей NextCloud

Далее, NextCloud, выбрав в меню справа вверху "Приложения", необходимо выполнить установку необходимых плагинов:

• LDAP user and group backend — сопряжение с LDAP.

• External Storage Support — поддержка внешних хранилищ. Нужна будет далее, с целью интеграции NextCloud и общих файлов, а также сопряжения с внешними облачными хранилищами. Про настройку внешних хранилищ я расскажу в другой статье.

• ocDownloader — загрузчик файлов. Расширяет функциональность облака. Docker образ специально пересобран так, чтобы он работал.

• ONLYOFFICE — интеграция с офисом. Без этого приложения, файлы документов не будут открываться в облаке.

• End-to-End Encryption — сквозное шифрование на клиенте. Если облако используют несколько пользователей, плагин необходим, чтобы удобно обеспечить безопасность их файлов.

• Calendar — говорит сам за себя, позволяет вести календари в облаке.

• File Access Control — позволяет запрещать доступ к файлам и каталогам пользователям на основе тэгов и правил.

Настройка системы хранения данных NextCloud позволяет подключить почтовый сервер, в последующем организуя отправку почтовых сообщений между всеми пользователями. Использование как было показано выше дополнения LDAP user and group backend даст возможность синхронизации с уже существующей базой пользователей, обеспечивая таким образом интеграцию сервиса хранения данных с другими уже существующими ИС. Такая настройка интеграции дополнительно дает возможность предоставления адресного доступа к данным для определённых групп пользователей (студентов, преподавателей и пр.).

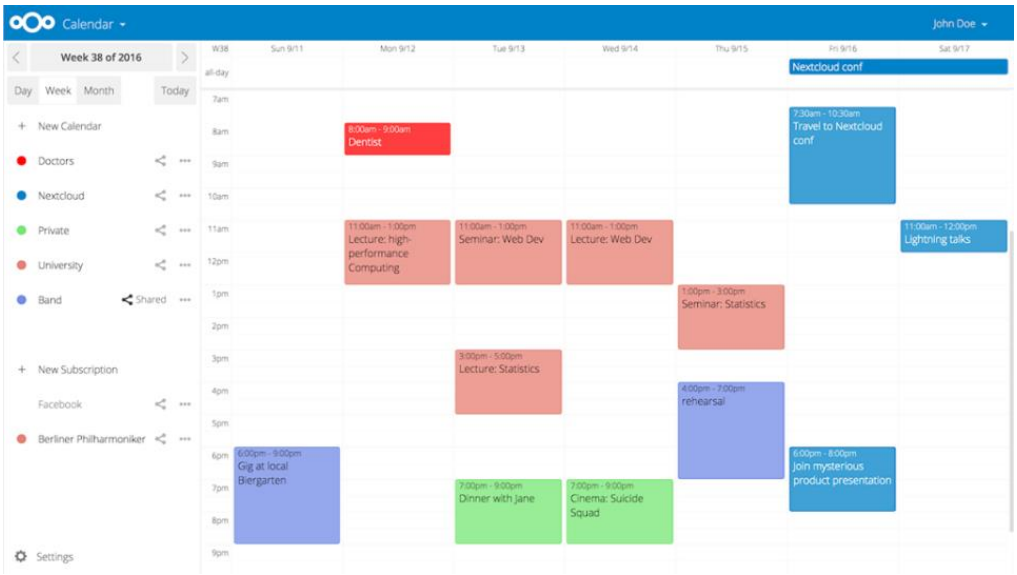


Рис 3. Модуль Календарь

Реализация в системе NextCloud службы разграничение прав пользователей, дает возможность создавать группы пользователей, в каждой группе можно назначать администратора, предоставлять доступ с интернета на просмотр, редактирование документов.

Кроме хранения и синхронизации данных в Nextcloud в будущем планирует реализовать полную поддержку открытой коммуникационной платформы Spreed.ME, позволяющей проводить видеоконференции и текстовые чаты с использованием технологии WebRTC. Дополнительно, планируется усилить интеграцию с популярными реализациями календарей-планировщиков и адресных книг.

Информация является главной ценностью в современном мире и с каждым днем ее количество растет. Соответственно увеличивается и потребность в вычислительной мощности для обработки и хранения этого количества данных. Реализация системы NextCloud может решить проблемы защищенного и безопасного хранения большого массива данных в образовательных учреждениях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Булыгин, В.Г. Автоматизация учебного процесса // В.Г. Булыгин. Основы автоматизации процесса обучения [Электронный ресурс] [2012]. – Режим доступа: http://www.eusi.ru/lib/bulygin_osnovy_avtomatizacii_processa_obucenia/2.shtml

[2] Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика: Пер. с англ. – 3-е.издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2014. – 1436 с

[3] Википедия - https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачное_хранилище_данных

[4] NextCloud. URL: https://docs.nextcloud.com/

[5] Выпуск облачного хранилища NextCloud https://www.opennet.ru/opennews/art.shtml?num=49250

[6] APACHE https://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html

[7] About MariaDB. URL: https://mariadb.org/about/

Шуйтенов Ғ.Ж., Сәдуақасова К. Ж., Закирова А.Б.

Бұлтты деректер қоймасын сату

Түйіндеме Мақалада бұлтты OpenSource негізінде жеке сақтау орнын құру мүмкіндігін қарайды "жүйесін NextCloud". Мысал ретінде айтылған негізінде білім беру ұйымдарында деректерін қауіпсіз сақталуын ұйымдастыруға болады да, басқа да салалардағы IT қолдану көзделеді.

Түйін сөздер: бұлт жады, интернет-сервис, веб-интерфейс.

УДК 004.42

[1]G. Shuitenov, K. Sadvakasova, [2]A. Zakirova

([1]Kazakh University of Economy, Finance and International Trade, Astana, g.shuitenov@mail.ru,
[2]ENU named after L. N. Gumilev, Astana)

DESIGN OF INFORMATION SYSTEM IN EDUCATION ON THE BASIS OF FRAMEWORKS

Abstract. Questions of design and implementation of automated information systems in education, developments of the IC on the basis of Open Source of systems, in particular development of web applications on the basis of a modern framework of development of YII2 are considered.

Keywords: design, IS, education, YII2 framework

[1]Г.Ж. Шуйтенов, К.Ж. Садвакасова, [2]А.Б. Закирова

([1]Казахский университет экономики, финансов и международной торговли
[2]Евразийский Национальный Университет им Л.Н. Гумилева)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИС В ОБРАЗОВАНИИ НА ОСНОВЕ ФРЕЙМВОРКОВ

Аннотация. Рассматриваются вопросы проектирования и реализации автоматизированных информационных систем в образовании, разработки ИС на основе Open Source систем, в частности разработка web приложений на основе современного фреймворка разработки YII2.

Ключевые слова: проектирование, ИС, образование, фреймворк YII2

Для соответствия современным требованиям в Казахстане была принята Государственная программа «Цифровой Казахстан». Основной целью которой является прогрессивное развитие цифровой экосистемы для достижения устойчивого экономического роста, повышения конкурентоспособности экономики и нации, улучшения качества жизни населения и др. В ней также акцентируется следующий момент, что усилия по цифровизации приводят к созданию нового общества, где активно развивается человеческий капитал, повышаются эффективность и скорость работы за счет автоматизации и других новых технологий [1].

Новые технологии проникают в сферу образования и уже сейчас не представить учреждение образования, университет без использования автоматизированных информационных систем. Такие приложения представляют собой сложные системы, в которых используются технологии удаленного доступа, насчитывается большое количество учетных записей, реализован разный функционал для разных групп пользователей. И наконец, ИС в образовании уже сейчас представляют собой крупные порталы, использующие самые современные технологии обработки больших баз данных и поддержки мобильных гаджетов. Однако, при проектировании и разработке такого рода систем, следует понимать специфику ИС в образовании, которые должны отвечать ряду обязательных требований:

1. Разрабатываемая ИС должна проектироваться на длительный период (т.е. должна иметь длительный жизненный цикл).

2. Необходимо иметь возможность ее постоянной модификации и модернизации в соответствии с новыми нормативно-правовыми документами МОН РК.

3. Разрабатываемые ИС должны иметь возможность интеграции и взаимодействия с другими уже внедренными ИС.

Все вышесказанное, еще больше приковывает внимание разработчиков к открытым Open Source системам, то есть кажется целесообразным использование программного обеспечения, в котором пользователи имеют права («свободы») на его неограниченную установку, запуск, свободное использование, изучение, распространение и изменение (совершенствование), а также распространение копий и результатов изменения [2]. Свойство открытости Open Source систем означает, во-первых, переносимость программного обеспечения на различные аппаратные платформы, во-вторых, приспособленность системы к ее модификациям и комплексированию с другими системами в целях расширения ее функциональных возможностей и/или придания системе новых качеств.

Так, последнее время для облегчения труда разработчиков. появилась возможность использовать готовые фреймворки (FrameWork, архитектура для разработки). Фреймворк - набор заранее готовых функций, процедур и многого другого, созданный для того, чтобы избавить программиста от рутинной работы. Они необходимы для того чтобы дать возможность использовать при разработке многоразовые библиотеки и избавить разработчика от обыденной работы по созданию одной функциональности снова и снова. Они построены на основе паттернов (шаблонов) проектирования (design pattern), представляющее собой типовое решение некоторой проблемы, многократно повторяемое в процессе проектирования архитектуры программного продукта. Они показывают отношения и взаимодействия между классами, позволяют сделать систему гибкой и легко изменяемой. За счет их правильного использования повышается коэффициент использования готовых решений [3].

Так, среди наиболее популярных фреймворков, позволяющих реализовать быструю разработку ИС в образовании, являются:

- Symfony предлагает быструю разработку и управление веб-приложениями, позволяет легко решать рутинные задачи. При его разработке использовался современный язык веб-программирования PHP5.
- Smarty - компилирующий обработчик шаблонов для PHP, один из инструментов, позволяющих отделить прикладную логику и данные от представления в духе концепции Model-view-controller. Он поддерживает кэширование страниц, что значительно снижает нагрузку на сервер.
- CodeIgniter это известный PHP фреймворк, который по сути является готовым каркасом для разработки сложных веб-приложений.
- Yii - это высокоэффективный основанный на компонентной структуре PHP-фреймворк для разработки масштабных веб-приложений. Он позволяет максимально применить концепцию повторного использования кода и может существенно ускорить процесс веб-разработки.

Анализ современных фреймворков, характеристики, их функционал показал, что для автоматизации рутинных процессов сопровождения учебного процесса в деканате дистанционного обучения КазУЭФиМТ наиболее оптимальным видится разработка ИС на основе движка YII2 FrameWork. Yii2 – это высокопроизводительный компонентный PHP фреймворк, предназначенный для быстрой разработки современных веб приложений. Это универсальный фреймворк и может быть задействован во всех типах веб приложений. Благодаря его компонентной структуре и отличной поддержке кэширования, фреймворк особенно подходит для разработки таких крупных проектов как порталы, форумы, CMS, и т.д. Как и многие другие PHP фреймворки, для организации кода Yii использует архитектурный паттерн MVC (Model-View-Controller), является full-stack фреймворком и включает в себя проверенные и хорошо зарекомендовавшие себя возможности. И самое главное Yii2 является высокопроизводительным [4].

Функционал разработанной деканатом информационной системы полностью обеспечивает сопровождения ряда важных видов деятельности:

1. Анализ контингента студентов.
2. Ведение базы приказов, распоряжений по факультету
3. Анализ оплаты за обучение.
4. Статистика по факультету.
5. Сопровождение сервиса поддержки онлайн занятий.

Система позволяет вести постоянный учет и движение контингента студентов, на основе агрегатных данных, деканат может вести анализ приказов по факультету, сводные таблицы показывает

тенденции, на основе которых принимаются управленческие решения. Информационная система полностью поддерживает процедуры поиска, сортировки, фильтрации записей студентов по имени, фамилии, по специальности, по базовому образованию и т.д., добавления, редактирования записей и многое другое.

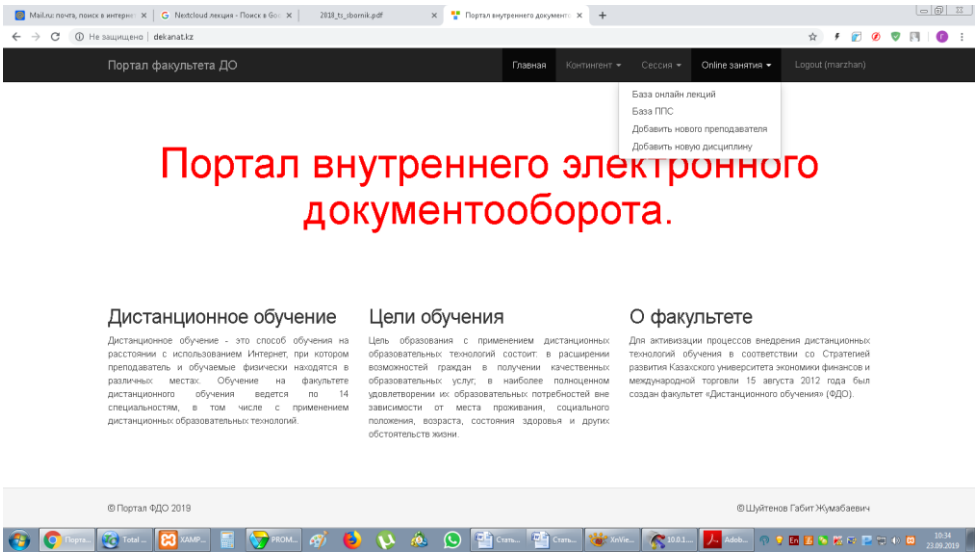


Рис 1. Основной интерфейс системы

Учитывая современные тенденции в развитии информационных образовательных технологий, в частности развитие онлайнового обучения, а также тот факт, что в системе электронного обучения межличностное общение преподавателя и обучающегося несколько ограничено, (в большинстве случаев это чат, электронное сообщение, форум и т.д.), целесообразным видится внедрении в учебный процесс вебинаров (webinar). Анализ докладов научно-практических конференций, анализ соответствующего современного программного обеспечения и опыта внедрения ДОТ в различных вузах, показал, что оптимальным для решения задачи проведения интерактивных занятий видится использование стороннего модуля, которое отчасти решает эту проблему. Система поддержки онлайн лекций (вебинаров), реализована на основе свободно распространяемой операционной системы Linux (Ubuntu Server) и открытого программного обеспечения для проведения веб-конференции BigBlueButton.

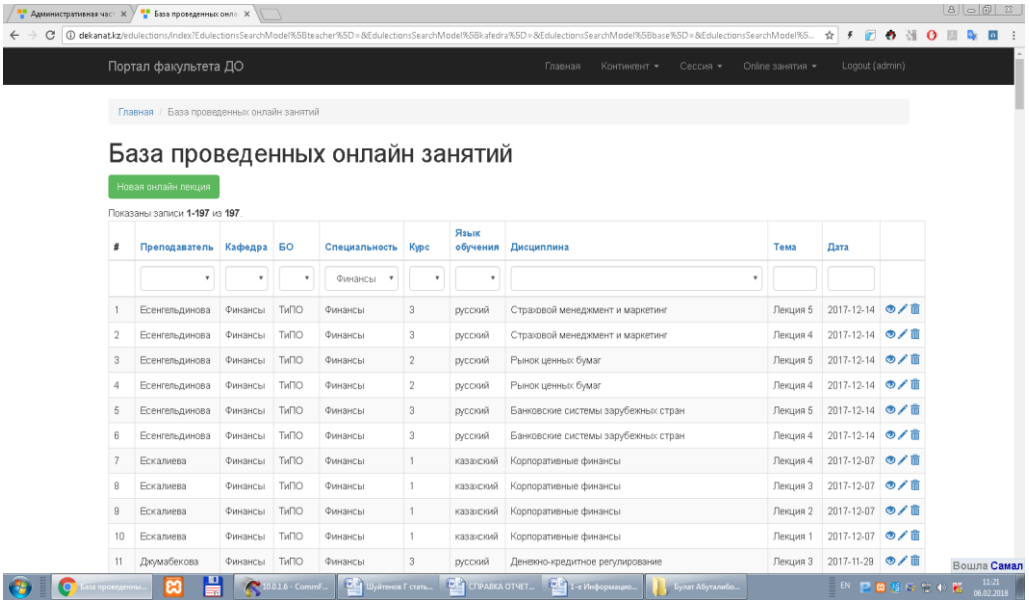


Рис 2. Панель доступа к базе проведенных онлайн занятий

Web конференция поддерживает наличие нескольких аудиодорожек и обмен видео, возможность показа презентаций, документов, изображений, PDF документов и т.д. Так же поддерживаются расширенные возможности электронной доски - такие, как указатель, масштабирование и рисование, доступ к рабочему столу. Для обратной связи со слушателями веб-конференции существуют публичные и приватные чаты. Интегрирована VoIP на базе FreeSwitch. Кроме того, пользователь может войти в конференцию либо как зритель, либо как модератор. Как зритель, пользователь может присоединиться к голосовой конференции, использовать web-камеру, поднять руку (попросить слово), и общаться с другими людьми. В качестве модератора, пользователь имеет возможность отключить / включить микрофон любого зрителя, удалить любого зрителя из веб-конференции, а также передать слово любому зрителю для выступления (сделать любого пользователя ведущим). Ведущий может загружать презентации, документы, использовать доску.

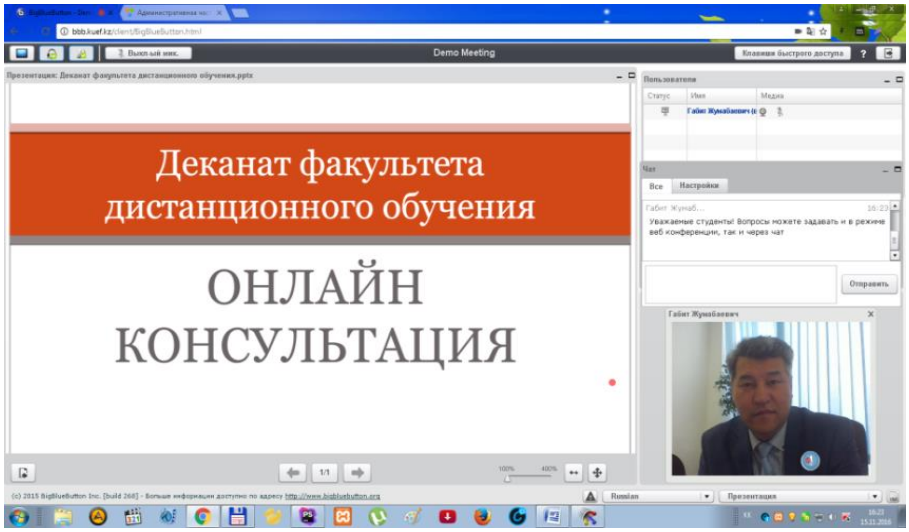


Рис 3. Сервис «Онлайн-консультация»

Разработанная ИС имеет два разных интерфейса, ориентированные на функционал администратора системы (декана факультета) и обычного пользователя (методиста деканата). Административная часть системы используется для настройки параметров, таких как добавление, редактирование и удаление кафедр, специальностей и т.д, дополнительно включая в себя результаты выполнения агрегатных запросов, таких как количество студентов каждой специальности в разрезе, итоговые данные по оплате за обучение и т.д. Система автоматически генерирует отчет о допуске студентов к сессии, отчеты по различным формам отчетности по мере поступления запросов от различных организаций.

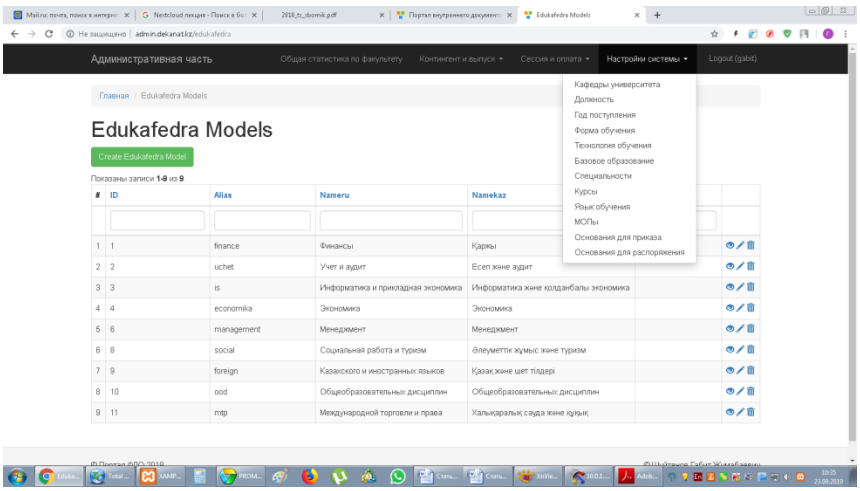


Рис 4. Модуль настройки системы

Таким образом, внедрение ИС в образовании на основе открытых Open Source систем, позволяет решать ряд актуальных задач автоматизации и отказа от рутинных операций, они позволяют вести постоянный мониторинг и осуществлять коррекцию организации процесса обучения, позволяя добиться выполнения поставленных задач. Внедрение информационных технологий позволит внедрить и в дальнейшем развивать концепцию отхода от промежуточных звеньев системы к автоматизации процессов, к переходу к новому цифровому формату.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Государственная программа "Цифровой Казахстан", утвержденная Постановлением Правительства РК от 12.12.2017 года за №827

[2] Пирогов, В.Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: Учебное пособие / В.Ю. Пирогов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2009. - 528 с.

[3] Талманн Л., Киндал М., Белл Ч. - Обеспечение высокой доступности систем на основе MySQL, 2012. – 624 с.

[4] Yii 2 For Beginners «A step by step guide to learning Yii 2 for beginners» / Bill Keck. 2014. – 412 с.

Шуйтенов Ғ.Ж., Сәдуақасова К. Ж., Закирова А.Б.

Білім берудегі аж фреймворков негізінде жобалау

Түйіндеме Автоматтандырылған ақпараттық жүйелерді жобалау және іске асыру мәселелері қаралады, білім берудегі Open Source жүйелерінің, атап айтқанда қазіргі негізінде АЖ web қосымшаларының әзірлеу.

Түйін сөздер: білімдегі АЖ, фреймворк YII2 жобалау

УДК 004.048

E.S. Seitbekova, B.K. Assilbekov, A.B. Kuljabekov, I.K. Beisembetov

(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Email: eseitbekova@gmail.com, alibek.kuljabekov@gmail.com, assilbekov@mail.ru, rektor@kaznitu.kz)

NOVEL APPROACH FOR PREDICTING FLOW OF BIKES USING TENSOR MODEL

Abstract. This paper provides an analysis of human mobility data in an urban area using the amount of available bikes in the stations of the bicycle sharing program. Based on data sampled from the operator's website, it is possible to detect temporal and geographic mobility patterns within the city. These patterns are applied to predict the number of flow of bikes for any bike sharing station some hours ahead. Our methodology first identifies and quantifies the latent characteristics of different spatial environments and temporal factors through tensor factorization. Our hypothesis is that the patterns of spatial-temporal activities are highly dependent on or caused by these latent spatial-temporal features. We model this hidden dependent relationship as a Neural Network.

Keywords. Human mobility; spatio-temporal data; hidden features; tensor; Tucker decomposition; LSTM Neural Network.

Introduction

Public bike sharing systems are becoming more and more popular in the past few years. Bikes received increasing attention due to its benefits in terms of flexibility, health and finance. A still growing list of cities which provides such service systems can be found at the Bike sharing world map www.bikesharingmap.com. The three big cities of Kazakhstan have such systems. They are: AlmatyBike, AstanaBike and ShymkentBike https://almatybike.kz/. There are 200 stations in Almaty, 180 stations in Astana and 40 bike sharing stations in Shymkent. For optimal performance of such systems there must be (a) the possibility to find a bike when a user wants to start his/her journey and (b) the possibility to leave the bike in the user's destination. Without oversizing the system, there are basically two ways to solve these problems: Inform the user in advance about the best places to pick up or leave the bikes and improve the redistribution of bikes from full to empty stations.

Many machine learning algorithms is used to predict demand of bikes. In this study we aim to contribute to the solution of these problems via the analysis of cyclic mobility patterns which lead to short term predictions of the number of available bikes in the stations by prediction inflow and outflow between stations. Such predictions would allow us to improve the current web-service of bike rent and in turn increase users' satisfaction with the system. Once this type of information is available, users may use mobile devices to access it. Knowledge of those patterns could lead to an optimization of the bike sharing system itself, allowing the operator to predict shortage or overflow of bicycles in certain stations well in advance and adapt its redistribution schedule accordingly on the fly.

Given the importance of gaining a deeper understanding of many spatial-temporal activities, like human mobility, and predicting them accurately, related work in this area has been published in various fields, such as computer science, urban planning, sociology, and other areas. In this section, some of the works relevant to different aspects of mobility patterns are overviewed.

Some studies have visualized bike sharing systems activity, identifying trends, usually based on the performance analysis of connecting stations, observing the number of trips starting and ending at the station level [3] [4] [5]. The number of studies analyzes bike sharing systems imbalances caused by various levels of attractiveness and generation of station-level trips [6], often they provide efficient bike redistribution strategies [7] [8].With a similar goal of introducing a more balanced systems, other studies modeled demand [9] or developed models that optimize the location of stations [10]. Significant number of studies have recently focused on the GPS analysis of casual cyclists' routes [11].

Artificial neural networks have been increasingly used in different fields of transportation engineering [12],[13],[14]. Deep learning approaches have recently been used in the short-term traffic flow prediction. Polson [15] showed that deep learning architectures can capture nonlinear spatio-temporal effects and deep learning provides precise short-term traffic flow predictions.The temporal relationship is very important in the task of forecasting time series. Long-Term Memory Neural Network (LSTM) is designed to combine short-term and long-term time information and demonstrates good time series prediction performance. Ma et al. [16] used LSTM on remote microwave sensor data to capture non-linear traffic dynamics. Yu et al. [17] proposed a mixed deep LSTM approach that uses deep LSTM to simulate normal traffic from accidents in extraordinary conditions. Zhao et al. [18] proposed another LSTM network in which the two dimensions directly represented the temporal-spatial connection to examine the spatio-temporal relationships in rush hour gridlock stream.

TENSOR MODEL

Tensor is an array with 3 or more dimensions[10]. Decompositions of a higher-order tensor can be used to extract and explain the properties among the tensor. Tensordecomposition is widely used in computer vision, numerical analysis, data mining, neuroscience, graph analysis e.t.c [10]. In this paper, we propose to model human flow between different neighborhoods with a 3-dimensional tensor$\mathcal{H} \in \mathcal{R}^{N\times N\times L}$, as shown in Figure 1.a. The first dimension of the tensor $\mathcal{H}$ denotes N origin neighborhoods, the second dimension denotes N destination neighborhoods, and the third dimension denotes L time slots, respectively. Each entry of the tensor $\mathcal{H}(i,j,l)$ stores the average number of trips starting from neighborhood i to neighborhood j during time period l.

With this tensor model, we extract the latent spatial features of each origin neighborhood, destination neighborhood, and the latent temporal feature of each time slot through a Tucker decomposition. The Tucker decomposition can be thought of as the form of higher-order Principal Component Analysis (PCA). It decomposes a tensor into a core tensor multiplied by a matrix along each dimension [10]. In our case, we decompose the tensor $\mathcal{H}$ into three matrices $\mathcal{S}_o^{N\times P}$, $\mathcal{S}_d^{N\times Q}$, $\mathcal{T}^{L\times R}$, and a core tensor $\mathcal{G}^{P\times Q\times R}$, as shown in Figure 1. Mathematically, this relationship can be expressed as in Equation 1:

$$\mathcal{H} \approx \mathcal{G} \times_1 \mathcal{S}_o \times_2 \mathcal{S}_d \times_3 \mathcal{T} \tag{1}$$

After the tensor factorization, the row i of matrix $\mathcal{S}_o$ is the feature vector indicating the characteristics of origin neighborhood i. Similarly, the row j of matrix $\mathcal{S}_d$, $\mathcal{S}_{dj}$, is the feature vector indicating the characteristics of destination neighborhood j. T k is the feature vector indicating the characteristics of the corresponding time slot k. Each entry of the core tensor $\mathcal{G}$ indicates the level of interaction among different components of $\mathcal{S}_o$, $\mathcal{S}_d$, and $\mathcal{T}_\ell$, respectively.

The volumes of outflow$x_{oj:k}$ and inflow$x_{lj:k}$ of a neighborhood i at time slot k are dependent on their latent spatial features $\mathcal{S}_{oi}$, $\mathcal{S}_{di}$, latent temporal features $\mathcal{T}_k$, and their previous values,$x_{oi:k-1}$, $x_{li:k-1}$respectively. This is verified using the PC algorithm in the work of Guo [11]. To see this dependency, we draw the values of matrix $\mathcal{T}$ when P, Q, R is equal to 1 (Figure 2.b). According to graph we have two maximum points at time slot (8-9) morning rush hour, and at time slot (17-18) evening rush hour. Also, there is a minimum number of bike riders in early morning. Also, sum of all bikes taken from one station is high correlated with $\mathcal{S}_o$ matrix (Figure 2.a). Correlation coefficient is 0.80556.

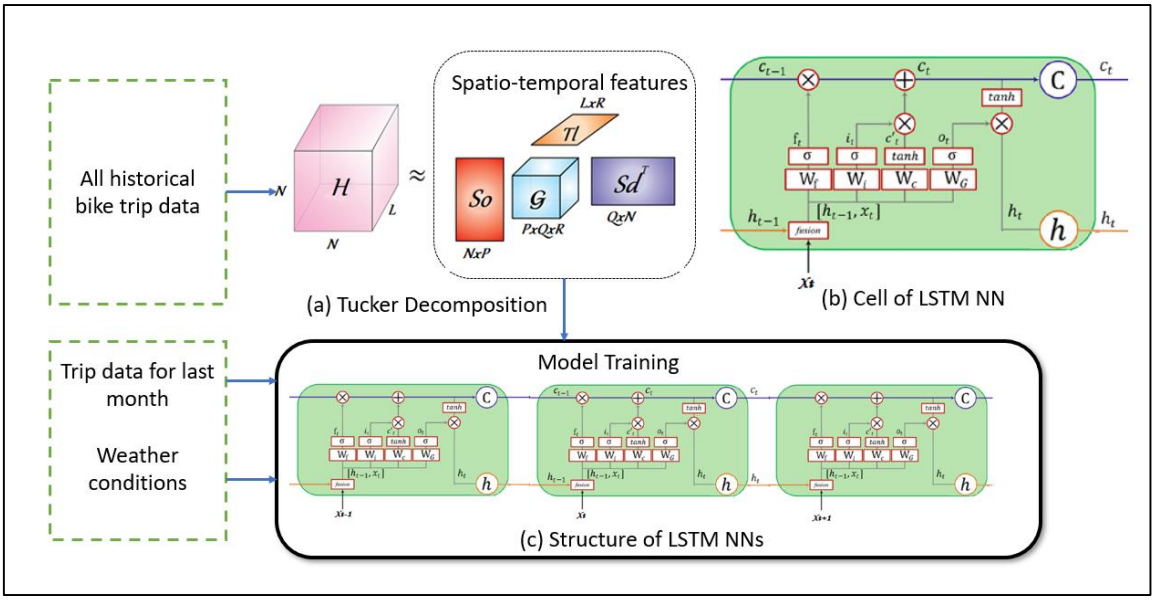


Fig 1. Illustrations of LSTM NN and its inputs.

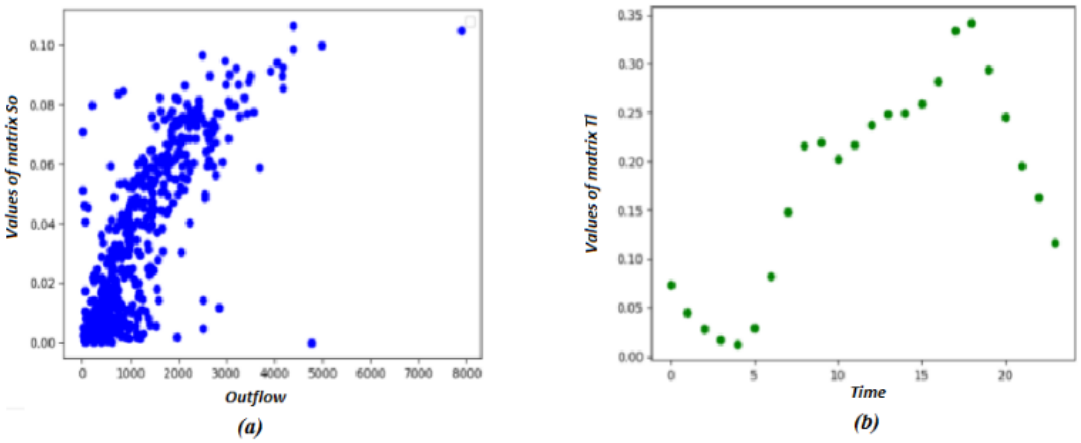


Fig 2. Values of matrices after tensor decomposition

Methodology

The Neural Network is a one of the machine learning algorithms. There are several types of neural network like feedforward, recurrent neural network (RNN) and convolutional. In this paper, the long short-term memory neural network (LSTM NN) was used to predict the bike sharing stations flows. Compared with the commonly used modeling techniques for time series data, the LSTM NN has several advantages as deep learning approach, the LSTM NN can better capture the non-linear relationship in time series data than traditional models [16]. In addition, LSTM NN can overcome the limitation associated with RNN in terms of vanishing and exploding gradients when modeling the long time dependencies in time series data [19],[20]. Finally, previous studies have demonstrated that the LSTM NN has better performance than commonly used time-series modelling approaches [19-20].

The LSTM NN is an extension of RNN. To present the LSTM NN, we would first briefly introduce RNN. It is a recently developed deep learning method for time-series data modeling. The RNNs are capable of over-coming the previously inherent limitation of traditional ANN, i.e., not considering the temporal dependencies. As shown in Figure 1(c), RNN accounts for the temporal correlation by recurrently connecting hidden layers at different timestamps [16]. RNNs have good performance in modeling the nonlinear time series data in an effective way. However, due to the problems of vanishing gradient and exploding gradient, the traditional RNNs cannot well fit the time series with very long time lags [16],[19],[20].

LSTM NNs are specifically developed to overcome the limitations of RNNs in modeling the long-term dependencies. A typical LSTM NN is composed of an input layer, one or more hidden layers, and an output

layer. One important component of the LSTM NN is the memory cell contained in the hidden layer(s). As shown in Figure 1 (b), each memory cell has three gates including a forget gate f_t, an input gate i_t, and an output gate o_t. These three gates of memory cell are used to control and change the cell state C_t. The forget gate f_t determines which information should be removed from the previous cell state C_{t-1}. The sigmoid was used as the activation function of forget gate. The current input data x_t and the output h_{t-1} of the memory cell at the last time interval (t-1) were used to calculate the activation value ft of the forget gate[20].

The LSTM NNs are trained by the Adam optimization algorithm [24]. It is an efficient stochastic optimizationmethod that only requires first-order gradients with little memory requirement. The Adam optimizer has the advantages of highcomputation efficiency, straightforward implementation, low memory requirement, and being invariant to diagonal rescaling of thegradients [24]. It is appropriate for problems with large-scale data and parameters. Moreover, it is also suited fornon-stationary objectives and problems with noisy and/or sparse gradients [24]. Based on the Adam optimizer, theweights and bias terms are trained to minimize the loss of objective function.

3.1 Model inputs

Forecasting the inflow and outflow of crowds in each bike sharing station is very challenging, affected by the following three complex factors:

1. Spatial dependencies. The inflow of one station is affected by outflows of another nearby station. Likewise, the outflow of one station would affect inflows of other station.

2. Temporal dependencies. The flow of crowds in station is affected by recent time intervals, both near and far. For instance, a traffic congestion occurring at 8am will affect that of 9am. In addition, traffic conditions during morning rush hours may be similar on consecutive workdays, repeating every 24 hours. Furthermore, morning rush hours may gradually happen later as winter comes. When the temperature gradually drops and the sun rises later in the day, people get up later and later.

3. External influence. Some external factors, such as weather conditions and events may change the flow of crowds tremendously in different regions of a city.

There spatial dependencies and temporal dependencies is extracted from Tucker decomposition. External influence is quite difficult. Passenger flow can be affected by various external factors such as weather and holidays. To analyze the effects of these factors, the Liu et al [13] compared passenger flows under different circumstances. The precipitation data obtained for the study records the grade of precipitation. Author compared to a normal day, holiday and weekend have an evident influence on the passenger flows. For instance, if heavy rain is observed on Monday, we will then compare it with the data of previous Monday to ensure that they have the same characteristics. To see is there some similarity in weekdays we compare them. We found that the usage of bikes does not really depend on workday or weekend information.

Finally, weekday information, time of day and grade of precipitation is added as input parameters for the modelling.

Regarding the metadata (i.e. the day of the week, the time of day, and the grade of precipitation), an embedding technique is used to map the categorical values to 3-dimensional vectors. It should be noted that the training set and test set are processed using the same parameters. Then the model itself can learn information that helps improve the accuracy of predictions.

Results

The methodology described in this paper is tested on open data available on web site https://www.citibikenyc.com/system-data. There can be found data about all trips done by users of system CitiBike New York and annual reports per month from May 2013. The data used in work consists of records from 1st January 2017 to 31st December 2017 and January 2018. We use all data for 2017 to build 3D tensor and used data of January 2018 to test and train the model. From January 2018 we chose the last 10 days as the testing set while the remaining samples as the training set. The time interval selected for aggregating the passenger flow for prediction in the case study is 1 hour. It should be noted that if the selected time interval is too small, the prediction lacks accuracy as well as significance. Moreover, the flows at a short time interval are often trivial, which is quite problematic for the prediction method. We use the Min-Max normalization method to scale the passenger flow data in the range $[-1,1]$ for both the training and testing set. During the evaluation, the normalized forecast values are rescaled and compared with the actual observations.

Performance of the proposed model is compared with two baseline models, presented as follows;

History Data: We use the nearest historical observations as a baseline, e.g. when we predict passenger flow from Monday to Friday, the passenger flow at the previous week is set as the prediction results.

FNN: Feedforward neural network can capture the complex nonlinear relationship among different variables.For FNN to account for the temporal dependencies, we use the passenger flow in recent tree adjacent time intervals (i.e.[x_{t-1}, x_{t-2}, x_{t-3}]).

The performance metrics used in the study are Symmetric Mean Absolute Percent Error (SMAPE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), and Mean Relative Error (MRE).

Where $A_t$is observed bike flow and $F_t$predicted flow during time interval t. N is the total number of predicted passenger flow.

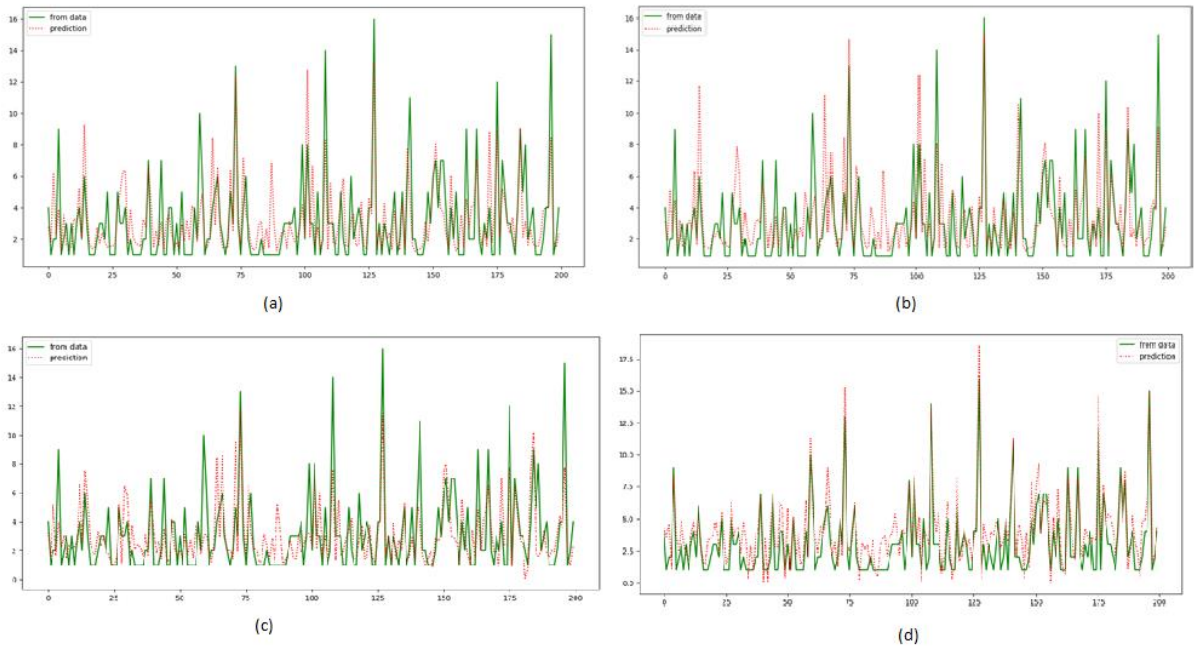
The proposed methodology is evaluated using SMAPE, RMSE, MAE, and MRE. The results are presented in Tables 1.

Table 1. **Comparison of performance**

Performance metrics	History Data	FNN	FNN+ST	LSTM NN	LSTM NN ST
SMAPE	92.5016	48.0941	46.4705	46.0664	44.2598
RMSE	3.3095	2.5369	2.4547	2.4339	1.5319
MAE	2.0994	1.5601	1.4043	1.4834	1.2558
MRE	72.7769	65.7708	61.9601	59.1790	47.6441

In terms of SMAPE, RMSE, MAE, and MRE, different variant models were tested and compared with the baseline result to determine the prediction accuracy of the models. From Table 1, we can observe that taking only the passenger flow in nearest time interval into consideration (History data) leads to lower prediction. The accuracy remarkably improved when we apply FNN. If we compare results of FNN and FNN + ST where we added spatio-temporal characteristics of time and station, extracted using tensor model, all performance metrics improved approximately to 5%. The best accuracy we see in LSTM NN model because LSTM NN model best suits for time series forecasting problem. There also applying tensor models results increased forecasting accuracy for RMSE metric to 15 % from 2.4339 to 1.5319.

The results are illustrated in Figure 3 for first 200 samples of test data. In Figure 5 y axis is bike outflow number, x axis is number of test data line.



(s) Prediction results with FNN(b) Prediction results with FNN model using spatio-temporal features from Tucker decomposition (c) Prediction results with LSTM NN (d) Prediction results with LSTM NN + ST

Fig5. Results of prediction

Discussion and conclusion

In this work, we proposed a new methodology for the prediction of spatial-temporal human mobility, especially the inflow and outflow of bikes from one station to another during certain time periods. Our methodology comprised two steps: (1) use of a 3D tensor to model human mobility and extract latent spatial and temporal features of different stations and time periods through tensor factorization; and (2) modeled relationship between mobility patterns and the extracted latent spatial and temporal features as a Long-Short Term Memory Neural Network for prediction of human mobility. For validation of the proposed methodology, we experimented with New York City's bike trips. The results showed that our extracted latent features successfully distinguish between bike sharing stations with diverse unique characteristics.

This work has done under the project № AP05134776«Location Analytics Techniques for Prediction of Mobility Patterns» of the Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan.

REFERENCES

[1] Borgnat, P., Robardet, C., Abry, P., Flandrin, P., Rouquier, J-B., & Tremblay, N. (2013). A dynamical network view of Lyon ´ S V ´ Elo ´ v shared bicycle system. Dynamics on and of Complex Networks, 2, 267–284.

[2] O'Brien, O., Cheshire, J., & Batty, M. (2014). Mining bicycle sharing data for generating insights into sustainable transport systems. Journal of Transport Geography, 34, 262–273. Retrieved from http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966692313001178

[3] Zaltz Austwick, M., O'Brien, O., Strano, E., Viana, M., &Gomez-Gardenes, J. (2013). The structure of spatial networks and communities in bicycle sharing systems. PLoS ONE, 8(9), e74685, 1–17.

[4] Goodman, A., & Cheshire, J. (2014). Inequalities in the London bicycle sharing system revisited: Impacts of extending the scheme to poorer areas but then doubling prices. Journal of Transport Geography. Retrieved from http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966692314000659

[5] Lin, J. H., & Chou, T. C. (2012). A geo-aware and VRP-based public bicycle redistribution system. International Journal of Vehicular Technology, 2012, 1–14.

[6] Raviv, T., Tzur, M., & Forma, I. A. (2013). Static repositioning in a bike-sharing system: Models and solution approaches. EURO Journal on Transportation and Logistics, 2(3), 187–229. Retrieved from http://link.springer.com/10.1007/s13676-012-0017-6

[7] Systems, D. T. & Lackner, B. (2013). Modeling demand for bicycle sharing systems – Neighboring stations as a source for demand and a reason for structural breaks. TRB, 1–19.

[8] García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J., & Latorre, M. (2012). Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: A GIS approach. Applied Geography, 35(1–2), 235–246.

[9] Romanillos, G., Zaltz Austwick, M., Ettema, D., & De Kruijf, J. (2016). Big data and cycling. Transport Reviews, 36(1), 114–133.

[10] Khatri, R. (2015). Modeling route choice of Utilitarian Bikeshare users from GPS Data. University of Tennessee. Retrieved from http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4837&context=utk_gradthes

[11] Wergin, J., & Buehler, R. 2018. Where do bikeshare bikes actually Go? An analysis of capital bikeshare trips using GPS data. Transportation Research Record, (January), 2662, 12–21.

[12] Lv, Y., Duan, Y., Kang, W., Li, Z., Wang, F.Y., 2015. Traffic flow prediction with big data: a deep learning approach. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 16 (2), 865–873.

[13] Liu, L., Chen, R.C., 2017. A novel passenger flow prediction model using deep learning methods. Transport. Res. Part C: Emerg. Technol. 84, 74–91.

[14] Zhang, Z., He, Q., Gao, J., Ni, M., 2018. A deep learning approach for detecting traffic accidents from social media data. Transport. Res. Part C Emerg. Technol. 86,580–596.

[15] Polson, N.G., Sokolov, V.O., 2017. Deep learning for short-term traffic flow prediction. Transport. Res. Part C: Emerg. Technol. 79, 1–17.

[16] X. Ma , Z. Tao , Y. Wang , et al. , Long short-term memory neural network for traffic speed prediction using remote microwave sensor data, Transp. Res. Part C Emerg. Technol. 54 (2015) 187–197 .

[17] R. Yu , Y. Li , C. Shahabi , U. Demiryurek , Y. Liu , Deep learning: a generic approach for extreme condition traffic forecasting, in: Proceedings of the SIAM International Conference on Data Mining, 2017, pp. 777–785 .

[18] Zhao, J., Wang, J., Deng, W., 2015. Exploring Bikesharing travel time and trip chain by gender and day of the week. Transp. Res. Part C 58, 251–264.

[19] Hochreiter, S., Schmidhuber, J., 1997. Long short-term memory. Neural Comput. 9 (8), 1735–1780.

[20] Zhao, Z., Chen, W., Wu, X., Chen, P.C., Liu, J., 2017. LSTM network: a deep learning approach for short-term traffic forecast. IET Intel. Transport Syst. 11 (2), 68–75.

[21] Simoncini, M., Taccari, L., Sambo, F., Bravi, L., Salti, S., Lori, A., 2018. Vehicle classification from low-frequency GPS data with recurrent neural networks. Transport.Res. Part C: Emerg. Technol. 91, 176–191.

[22] Ke, J., Zheng, H., Yang, H., Chen, X.M., 2017. Short-term forecasting of passenger demand under on-demand ride services: A spatio-temporal deep learning approach. Transport. Res. Part C: Emerg. Technol. 85, 591–608.

[23] Fischer, T., Krauss, C., 2018Fischer and Krauss, in press. Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions. Eur. J. Oper. Res. 270(2), 654–669.

[24] Graves A., Mohamed A., Hinton G. Speech recognition with deep recurrent neural networks //2013 IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing. – IEEE, 2013. – С. 6645-6649.

[25] Liu Y., Liu Z., Jia R. DeepPF: A deep learning based architecture for metro passenger flow prediction //Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2019. – Т. 101. – С. 18-34.

Сейтбекова Е.С., Асилбеков Б.К., Кульджабеков А.Б., Бейсембетов И.К.

Тензор моделін пайдалану арқылы велосипедтердің ағынын болжаудың жаңа тәсілі

Түйіндеме. Бұл мақалада велосипедпен бөлісетін станцияларда велосипедтерді жалға беру туралы деректерді пайдаланатын қалалық жерлердегі адамдардың ұтқырлығы туралы деректерге талдау берілген. Мәліметтерге сүйене отырып, қала ішіндегі кеңістік-уақыттық ұтқырлықты анықтауға болады. Бұл схемалар кез-келген велосипедпен бөлісетін станция үшін велосипед ағындарының санын бірнеше сағат бұрын болжау үшін қолданылады. Біздің әдіснамамыз алдымен тензор факторизациясы арқылы әртүрлі кеңістіктік және уақыттық факторлардың жасырын сипаттамаларын анықтайды және мөлшерлейді. Біздің гипотезамыз бұл кеңістік-уақыттық әрекеттер жасырын кеңістік-уақытша сипаттамаларына тәуелді. Біз бұл тәуелділікті қысқа мерзімді жады бар нейрондық желі ретінде модельдейміз.

Сейтбекова Е.С., Асилбеков Б.К., Кульджабеков А.Б., Бейсембетов И.К.

Новый подход для предсказания потока велосипедов с использованием тензорной модели

Резюме. В статье представлен анализ данных о мобильности людей в городских районах с использованием данных об аренде велосипедов на станциях совместного использования велосипедов. На основании данныхможно определить пространственно-временную мобильность в пределах города. Эти схемы применяются для прогнозирования количества потоков велосипедов для любой станции совместного использования велосипедов на несколько часов вперед. Наша методология сначала идентифицирует и количественно определяет скрытые характеристики различных пространственных и временных факторов посредством тензорной факторизации. Наша гипотеза состоит в том, что паттерны пространственно-временных действий сильно зависят от этих скрытых пространственно-временных характеристик или вызваны ими. Мы моделируем эти скрытые зависимые отношения как нейронную сеть с долгосрочной краткосрочной памятью.

УДК 621.316, 681.5.01

D.V. Panyukova, O.I. Shiryayeva
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
E- mail: haleth@mail.ru)

REVIEW OF MODERN APPROACHES FOR ELECTRIC POWER CONSUMPTION FORECASTING

Abstract. Power load prediction is used both in urban planning and energy management. In continuous operation of power grid, it is used for work optimization as long as equipment dispatching. Nowadays growth of renewable energy sources' use brings up high level of uncertainty into power grid from both suppliers and clients because of its straight connection to weather conditions. Consequently, forecasting of both energy consumption and power supply from renewable energy sources is becoming even more actual. Comprehensive review of modern approaches for power prediction is provided in the article, including regression models, artificial intelligence use, additional data processing and their combination. As a conclusion review of optimal model choice possibilities are provided.

Key words: Load forecasting, power prediction, renewable energy sources, forecasting models, power grid, smart grid.

Predictions in any sphere of application firstly are used for planning of activities and long-term investments. The first task where power prediction can be used is in urban planning and power grid construction and reconstruction. As the example of long-term forecasting use in [1] spatial power forecasting for optimal connection of new consumers for existing urban energy grid is described. Long-term forecasting starts from day-ahead till year-ahead predictions.

Beside that short-term forecasting is applicable in energy management. Short-term forecasting is provided for an hour ahead or even less. It helps to provide optimal capacity of energy sources with full supply of consumers for power grid of any scale. In such a way in [2] work of real time energy management system

of building power grid is described, where it works both on real time data and short-term forecast of the power load. With addition of transitory element as the power storage system the role of short-term forecasting increases once more. Even without exact prediction, but just with leveling of future load the initial investment cost and operation and maintenance costs can be reduced as shown in [3]. Furthermore, short-term forecasting can be used for providing dynamic prices for the costumers in order for minimize peak of power consumption as shown in [4].

Prediction is based on finding trends and dependencies. But such trends differ from the type of consumers. For that reason, in load forecasting consumers' classification is provided. Usually consumers are divided to residential, office or industrial districts. The classification can be used both for long-term prediction and urban planning and for short-term forecasting and real time maintenance. Also such categorizations can be provided for more consumers' types than described above by finding similarity in behavior.

One of the main goals in power grid's dispatching is to minimize energy losses. It can be achieved by minimizing distance between feeder and consumer. One of the ways is by using distributed energy system instead of centralized power grid. For its hardware dispatching and maintenance district load forecasting is mandatory. But power prediction of very small entities cannot be very accurate and it leads to lack of economic and ecologic impact of dispatching on lowest grid level. Especially it concerns residential area, where load is the least predictable. But this forecasting error can be balanced by time of electric vehicles' charging, which will be more and more presented at a household.

According to [5] within last ten years the usage of renewable energy sources (RES) has shown massive growth. And until 2050 it will increase even more up to 4 times as much. Such growth is possible by implementing both large plants for centralized supply and small private plants. In any circumstances RES brings up enormous level of uncertainty to deal with in an energy system. For a small isolated system, it becomes complex problem, because there is no output grid to supply with a lack of energy and to discharge surpluses. But even with micro- and macro-grids collaboration energy system management has to deal with both load and RES plant's uncertainty. RES output straightly depends on weather conditions including temperature, atmospheric pressure, wind and solar activity. Beside that for each exact plant's efficiency of RES potential's use is different. So only prediction of RES output can have an error nearly 20%. One of the ways to design a system with RES use is to provide some kind of power storage.

If speak only about forecasting possibilities for energy management increase, first logical attempt is to provide a hybrid forecasting system that will provide prediction for all uncertain factors such are load, RES output and electricity prices as offered in [6]. Also combination of hybrid forecasting system and power storage system can be designed. Anyway forecast's improvement for all factors will lead to increase the efficiency of energy management.

Power loads, electricity prices and RES output can be presented as time-series data. In order to provide their forecasting three subtasks should be achieved:

1. Pre-processing.
2. Forecasting.
3. Post-processing.

For first subtask input parameters and their forms should be chosen. Mainly it consists of vector of load's or prices' values for previous time period. This vector can be almost any length. Also some supplementary parameters can be used. Last subtask is to adjust obtained forecasting model to a real system by forecasting for number of real costumers. But main subtask is to provide the forecast of desirable value while pre-processing and post-processing depends on model choice for it.

Uncertainty of any process along with power grid values can be described by probabilistic methods. And the first logical approach is to use classical statistical methods such is linear regression or semi-parametric regression model, if supplementary parameters are used. Basic principle in linear regression is to find some patter in time series. Beside that there are many others regression approaches for data processing and prediction. Some of them are triple exponential smoothing, weighted nearest neighbor, autoregressive models, quantiles, support vector regression, Grey models, etc.

More advanced type of regression is autoregressive models. Some of them are LASSO (least absolute shrinkage and selection operator) estimation, SARIMAX (seasonal autoregressive integrate moving average process), SARFIMA (seasonal auto regressive fractionally integrated moving average), ARIMA (autoregressive integrated moving average), SARMA (seasonal autoregressive moving average). [7] Main difference of autoregressive models from classical regression is that next value in time-series depends on previous values, while they depend on more previous ($X(n) = f(X(n-1))$, $X(n-1) = f(X(n-2))$,…). It is a good basic approach as it needs big amount but small calculations to adjust a forecasting model.

Quantile approach is one of the methods from statistics and probabilistic theory that works on probability distribution and divide it on several intervals with similar characteristics. In [8] quantiles forecasting with temperature scenarios use was applied for electricity load where several independent loads should be processed. But quantiles have parametric features to escape from.

Support Vector Regression (SVR) is other advanced regression method that can be utilized as an offline or online instrument. It's based on applying regression forecasting principles while working in more dimensional surface. Forecasting system based on it is most robust for data quality. That is even more important with the possibility of any data integrity attacks on smart grid. This type of models can be used both for short- and long-term forecasting [9]. With SVR's strong non-linear capabilities it is also a great basic approach to advanced forecasting system as made in [7]. Not excepting previously mentioned robustness pre-processing of SVR's input data can improve its performance even more as shown in [10].

Last to mentioned in the review regression model is Grey model. It starts from reform regular time-series data into dimensionless series and then to calculate exact Grey model by using a few data from it (up to 4 series). The main concern is to choose proper optimization algorithm for it as discussed in [11].

In parallel with regression models a number of artificial intelligence methods for the same task of power prediction are successfully used by worlds scientific community. Most mentioned direction is use of artificial neural network (NN). NN became a separate direction of computer science as it has evolved into complex methodology with fair amount of approaches. As advantage of the approach simplicity of calculation in pre-trained NN can be named. The disadvantages are a "Black box" character of its performance and almost intuitive methodology of NN's structure selection. But as a genuine approximating mechanism even in simplest from it can be used as a base for proper forecasting model as shown in [12]. Beside that there a wide list of improved NN models such are: Bayesian NN, boosted NN, bagged NN, Elman NN, deep belief NN, Extreme learning machine, differential polynomial NN etc.

One of the advances for NN is in possibility to combine classical NN models to obtain better results. As an example of parallel NN's use boosted NNs or bagged NNs can be named as in [13]. Both of them work with set of NNs trained on same but randomly replaced data and averaging output after training. Difference is that boosted NNs trained iteratively, while bagged NNs are trained in parallel.

Also can be used specific NN structures like Elman NN or Extreme learning machine (ELM). Specifics of Elman NN are context neurons in first layer that takes as inputs output of hidden layers (partly recurrent NN) as is written in [14]. Recently new structure of NN is purposed as a basic for modern forecasting systems. ELM is described as simply computed feedforward NN, whose weights on a hidden layer are chosen randomly or inherited and not changed afterwards. That leads to sufficient decrease in training time of the NN and makes ELM preferred basic architecture for forecasting system as in [15].

Advanced NNs that has hugely developed in last years because of increase in computing power are deep NN and deep belief NN as in [16]. It works on principle of pre-processing incoming data by itself (finding trends and features in big amount of data) and only then to provide exact training of the NN. It is usually consisting of several restricted Boltzmann machines or autoencoders, that are trained layer by layer and then tuned by backpropagation method as in [16].

Other big branch in artificial intelligence is evolutionary computation. They are based on natural evolutionary mechanisms such are selection, mutation, recombination, etc. These mechanisms lay the foundation for genetic algorithms (GA), artificial bee colony algorithm (ABC), ant colony optimization, firefly algorithm, flower pollination algorithm (FPA) etc. The algorithms can be used almost for any subtask of forecasting process mentioned before. As appears in [17] multi-objective FPA can be an effective approach for load forecasting. While in [14, 7] they are used for NN's training process: GA and ABC respectively.

If to discuss first subtask of forecasting, it is work with the incoming data. It can be extended by some additional information that is connected to the power production or consumption. The time-series of power data usually have trends that are tied together with season or other calendar data. So, as it shown in [17] its use can improve the forecasting system almost with any methodology. The other additional inputs that are logically impacting the power value mostly of RES production but of demand too are weather conditions. Especially temperature, sun radiance and atmospheric pressure as provided in [9]. Power demand is also straightly influenced by consumers' behavior meaning social variables also can be effectively used as an additional input for the forecasting as in [9].

Above mentioned features in time-series data can be fed to a base of forecasting system in classical interrelations or with fuzzy membership of data to a feature. Such approach can be used with both regression methods as in [9] or NNs as in [15] beside ANFIS model, where fuzzy logic is integral to NN. Also fuzzy logic methodology can be used in post-processing of the data to minimize the effect of forecasting error on smart grid [12].

Incoming data also can be decomposed by pre-processing part of the system to a different time-series by some features and trends found as in [17]. It simplifies the possible core forecasting model. Such decomposition can be done by many approaches. Some of them are Wavelet decomposition, Kernel method, Kalman filter, K-means algorithm, Empirical Mode Decomposition (EMD) etc. Wavelet decomposition is kind of a signal processing that decompose power time-series data into several wave like data sets with different frequencies, that decreases the complexity of required forecasting model from any above mentioned methodology as in [7]. The other method that came from signal filtration theory is Kalman filter. It uses two types of information: data by some found patterns and values of possible fluctuations. Both that data sets can be used as a structural input for a forecasting core as in [15]. K-means algorithm also was developed for signal filtration and became frequently utilized in forecasting systems. The algorithm divides the data set into k clusters, where every value is tied to the cluster with the nearest mean. One of the disadvantages of the method is in huge impact of initialization phase on its performance which was tried to overcome in [18]. The last decomposition method discussed in this article is EMD. In this method input data is decomposed into intrinsic mode functions, which forms unlike harmonic analysis are computed in process as done in [10]. Model for any real system have to work with noisy data as in inaccuracy in measurements and communications arise. Therefore, forecasting system that is trained disregarding this factor is not suitable for implementation. While usage of filtering methods for data preprocessing increases robustness of the system without additional adjustment.

Most of previously discussed methods show good results by themselves. To improve their performance and compensate limitations several methods are combined in majority of the researches. The methods can be from different approaches as in [7] where decomposition is made by Wavelet method, core forecasting models are SVR and ARIMA and training process is provided by ABC. In [9] combination of fuzzy preprocessing and SVR performance is featured while using wide range of different additional information Other example is in [12] where several hybrid systems are compared: NN with a fuzzy post-processing, autoregressive NN, ANFIS fuzzy pre-processing and probabilistic SVR. The last entitled combination from [12] shows that even close methods can be successfully assigned in one model.

Described advanced forecasting methodologies showed comparable results. While different approach had best performance with depending on the customer type, climatic region, equipment configuration and other unstructured factors. For example, in [12] Autoregressive NN was stated as best whereas in [15] as an optimal choice fuzzy ELM was named. If summarize, comprehensive research for an optimal forecasting model for every operational conditions are needed. Since there is no optimal model or even model's choice algorithm, there is no possibility for a medium and small sized smart grid to utilize optimal forecasting.

However, in [19] an automated system for daily model choice is offered. The limitations of it again concerns medium and small sized smart grid as the system requests for exponentially higher computing capabilities to employ number of models. Similarly, in [20] parallel use of several methods is suggested: SVR, NN and regression model. While output was calculated with advanced averaging formula. The disadvantage is the same in abovementioned computing capabilities.

It can be expected that demand for optimal forecasting method will remain because of RES use growth and its uncertain character. Enlisted methods have results of the same magnitude and can be used together in combination or in parallel. While no optimal model or model choice algorithm for medium or small smart grids is formulated.

REFERENCES

[1] Joel D. Melo, Sergio Zambrano-Asanza, Antonio Padilha-Feltrin. A local search algorithm to allocate loads predicted by spatial load forecasting studies // Electric Power Systems Research. – 2017. – №146. – P. 206–217.

[2] Thiyagarajan K., Saravana Kumar R. Real Time Energy Management and Load Forecasting in Smart Grid Using CompactRIO // Procedia Computer Science. – 2016. – №85. – P. 656-661.

[3] Lei Xu, Yiqun Pan, Meishun Lin, Zhizhong Huang. Community load leveling for energy configuration optimization: Methodology and a case study // Sustainable Cities and Society. – 2017. – №35. – P. 94-106.

[4] Emil Mahler Larsen, Pierre Pinson, Fabian Leimgruber, Florian Judex. Demand response evaluation and forecasting – Methods and results from the EcoGrid EU experiment // Sustainable Energy, Grids and Networks. – 2017. – №10. – P. 75-83.

[5] Wina Crijns-Graus. Renewable Energy: Past Trends and Future Growth in 2 Degrees Scenarios // Energy Procedia. – 2016. – №100. – P. 14-21.

[6] Liye Xiao, Wei Shao, Mengxia Yu, Jing Ma, Congjun Jin. Research and application of a hybrid wavelet neural network model with the improved cuckoo search algorithm for electrical power system forecasting // Applied Energy. – 2017. – №198. – P. 203-222.

[7] Ghasemi A., Shayeghi H., Moradzadeh M., Nooshyar M. A novel hybrid algorithm for electricity price and load forecasting in smart grids with demand-side management // Applied Energy. – 2016. – №177. – P. 40–59.

[8] Pierre Gaillard, Yannig Goude, Raphaël Nedellec. Additive models and robust aggregation for GEFCom2014 probabilistic electric load and electricity price forecasting // International Journal of Forecasting. – 2016. – Т.3. – №32. – P. 1038-1050.

[9] Hyojoo Son, Changwan Kim. Short-term forecasting of electricity demand for the residential sector using weather and social variables // Resources, Conservation and Recycling. – 2017. – №123. – P. 200-207.

[10] Yusuf Yaslan, Bahadır Bican. Empirical mode decomposition based denoising method with support vector regression for time series prediction: A case study for electricity load forecasting // Measurement. – 2017. – №103. – P. 52-61.

[11] Huiru Zhao, Sen Guo. An optimized grey model for annual power load forecasting // Energy. – 2016. – №107. – P. 272-286.

[12] Thair S. Mahmoud, Daryoush Habibi, Mohammed Y. Hassan, Octavian Bass. Modelling self-optimised short term load forecasting for medium voltage loads using tunning fuzzy systems and Artificial Neural Networks // Energy Conversion and Management. – 2015. – №106. – P. 1396-1408.

[13] Khwaja A.S., Zhang X., Anpalagan A., Venkatesh B. Boosted neural networks for improved short-term electric load forecasting // Electric Power Systems Research. – 2017. – №143. – P. 431-437.

[14] Ruiz L.G.B., Rueda R., Cuéllar M.P., Pegalajar M.C. Energy consumption forecasting based on Elman neural networks with evolutive optimization // Expert Systems with Applications. – 2018. – №92. – P. 380-389

[15] Saima Hassan, Abbas Khosravi, Jafreezal Jaafar, Mojtaba Ahmadieh Khanesar. A systematic design of interval type-2 fuzzy logic system using extreme learning machine for electricity load demand forecasting // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2016. – №82. – P. 1-10.

[16] Aleksandra Dedinec, Sonja Filiposka, Aleksandar Dedinec, Ljupco Kocarev. Deep belief network based electricity load forecasting: An analysis of Macedonian case // Energy. – 2016. – Т.3. – №115. – P. 1688-1700.

[17] Liye Xiao, Wei Shao, Mengxia Yu, Jing Ma, Congjun Jin. Research and application of a combined model based on multi-objective optimization for electrical load forecasting // Energy. – 2017. – №119. – P. 1057-1074.

[18] Ioannis P.Panapakidis, Georgios C.Christoforidis. Implementation of modified versions of the K-means algorithm in power load curves profiling // Sustainable Cities and Society. – 2017. – №35. – P. 83-93.

[19] Qihong Duana. Junrong Liub. Dengfu Zhaoc. Short term electric load forecasting using an automated system of model choice // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2017. – №91. – P. 92-100.

[20] Atom Mirakyan, Martin Meyer-Renschhausen, Andreas Koch. Composite forecasting approach, application for next-day electricity price forecasting // Energy Economics. – 2017. – №66. – P. 228-237.

Панюкова Д.В., Ширяева О.И.

Электрэнергиясын тұтынуды болжаудың заманауи тәсілдемелеріне шолу

Түйіндеме. Электрэнергиясын өндіру мен тұтынуды болжау қала мен құрылысты жоспарлаумен қатар энергожүйе объектілерін операциалық басқару кезінде де қарастырылады. Энергожүйе объектілерінінде бұндай болжау жұмысты тиімдендіру үшін және қондырғыларды орталықтан басқару үшін қолданылады. Қайталанбалы энергия көздерін үлкен ұйымдармен қатар жеке тұлғалар да кеңінен қолдана бастағанға байланысты энергия өндіруші жағынан да, тұтынушы жағынан да энергожүйедегі анықсыздық өседі. Осыған байланысты электрэнергиясын өндіру мен тұтынуды болжау мәселесінің көкейтестілігі жоғарылайды. Мақалада электрэнергиясын өндіру мен тұтынуды болжау әдістеріне, оның ішінде регрессия моделдеріне, жасанды зият алгоритмдерін қолдануға, кіретін қосымша мағлұматтар мен олардың әртүрлі құрамдарын өңдеуге жанжақты талқылау келтірілген. Қортындыда болжаудың тиімді моделін таңдау тәсілдемелеріне шолу қарастырылған.

Кілт сөздер: Энергия тұтынуды болжау, энергия өндіруді болжау, қайталанбалы энергия көздері, болжау әдістері, энергожүйе, зиятты энергожүйе.

Панюкова Д.В., Ширяева О.И.

Обзор современных подходов к прогнозированию потребления электроэнергии

Резюме. Прогнозирование электроэнергии используется как в городском и строительном планировании, так и в операционной деятельности объектов энергосети. Для объектов энергосети такой прогноз участвует как в оптимизации работы, так и в диспетчеризации оборудования. С ростом использования возобновляемых источников энергии как большими организациями, так и частными лицами возрастает неопределенность в энергосистеме и со стороны поставщика, и со стороны потребителя электроэнергии. Следовательно, прогнозирование электропотребления и электровыработки становиться еще более актуальным. В статье приводиться всесторонний обзор современных методов прогнозирования электроэнергии, включая различные регрессионные модели, использование алгоритмов искусственного интеллекта, обработка дополнительной входной информации и их комбинаций. В качестве вывода приведен обзор подходов к выбору оптимальной модели прогнозирования.

Ключевые слова: Прогнозирование энергопотребления, прогнозирование выработки энергии, возобновляемые источники энергии, методы прогнозирования, энергосистема, интеллектуальная энергосистема.

МРНТИ

B. V. Syrnev[1], S. I. Mirgorodskiy[2], L. S. Mirgorodskiy[3], N. V. Seraya[4]
([124]East Kazakhstan State Technical University. D. Serikbaeva, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan,
[3]St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg, Russia)

OBTAINING OF HOMOGENEOUS TITANIUM-BASED ALLOY BILLETS WITH SPECIFIED MECHANICAL CHARACTERISTICS

Abstract: on the basis of our own research and the results of published works, we substantiate a methodological approach for the development of technology for producing titanium blanks for valves with a homogeneous structure by powder metallurgy methods. The expected economic advantages are shown, the optimal technological scheme is justified in relation to the task at hand. The mathematical model for calculation of physical and mechanical properties of sintered billets is developed. The ways of further increasing the homogeneity of the structure by calculating the optimal granulometric composition of the initial powders and the use of activation in the process of vacuum sintering are discussed.

Key words: methods of powder metallurgy, titanium powders, homogeneous billets, titanium, shut-off oil and gas valves.

Б.В. Сырнев[1], С.И. Миргородский[2], Л.С. Миргородский[3], Н.В. Серая[4]
[124]Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан,
[3]Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия.
(E-mail: [1]izusan@mail.ru, [2]serg.mirg@yandex.ru,[3]mirgorodskiy_lev@mail.ru, [4]NSeraya@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ ГОМОГЕННЫХ ЗАГОТОВОК СПЛАВА НА ОСНОВЕ ТИТАНА С ЗАДАННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Аннотация: В представленной работе на основании собственных исследований и результатов опубликованных работ обосновывается методологический подход для разработки технологии получения титановых заготовок для деталей запорной арматуры с гомогенной структурой методами порошковой металлургии. Показаны ожидаемые экономические преимущества, обосновывается оптимальная технологическая схема применительно к стоящей задаче. Разработана математическая модель для расчета физико-механических свойств спеченных заготовок. Обсуждены пути дальнейшего повышения гомогенности структуры путем расчета оптимального гранулометрического состава исходных порошков и использования активации в процессе вакуумного спекания.

Ключевые слова: Методы порошковой металлургии, титановые порошки, гомогенные заготовки, титан, запорная нефтегазовая арматура.

Получение гомогенных заготовок окажет большое влияние на: теплопроводность, теплоемкость, плотность титана и его сплавов. Теплопроводность титана и его сплавов – наиболее важная характеристика многих процессов теплообмена, она примерно в 15 раз ниже, чем у алюминиевых сплавов, и в 3,5 раза меньше, чем у сталей. Следствием этого являются значительные перепады температур по сечению слитков и заготовок при нагреве и возникновение значительных термических напряжений, которые могут приводить к образованию трещин. Это обусловливает ограничение скоростей нагрева, особенно слитков и заготовок большого размера. При охлаждении заготовок из титана и его сплавов из-за значительного градиента температур наблюдается быстрое охлаждение острых углов, тонких элементов сечений заготовок, что сильно затрудняет обеспечение равномерной деформации и может приводить к растрескиванию металла. Эта особенность сплавов титана существенно ограничивает возможную конфигурацию элементов сечений промежуточных заготовок и готовых изделий, способы и скорость подачи нагретых полуфабрикатов на деформацию, выбор деформирующего оборудования [1-3].

Отмечается высокая химическая активность титана и его сплавов. Титан и его сплавы при температурах нагрева для горячей деформации, термической обработки и особенно в жидком состоянии при литье активно взаимодействуют с кислородом, азотом и другими газами атмосферы. При нагреве на воздухе на поверхности заготовок образуется окалина, начинающая отслаиваться при температурах выше 900 °С. Наряду с образованием окалины происходит диффузия кислорода и азота вглубь металла с образованием поверхностного газонасыщенного слоя, имеющего высокую твердость

и низкую пластичность. Наличие газонасыщенных слоев значительной толщины (до нескольких миллиметров на поверхности крупных слитков) может приводить к поверхностным надрывам при деформации, ухудшению качества поверхности [4-8].

Методы порошковой металлургии при получении деталей машиностроительного профиля имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами (рисунок 1).

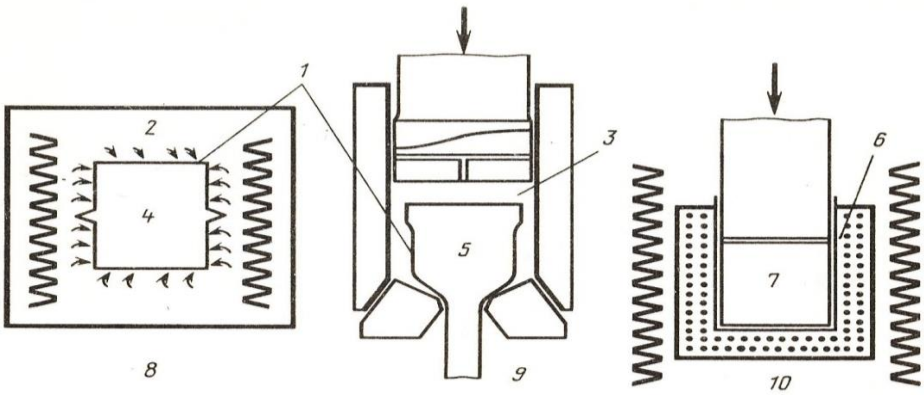


Рис. 1. Технологическая схема получения деталей по традиционной литейной технологии (а) и порошковой (б).

Из технологической схемы производства деталей исключаются несколько переделов, требующих выполнения операций в инертной атмосфере или вакууме: плавка, прокатка, штамповка. Кроме того, существенно уменьшаются припуски и напуски на механическую обработку, что увеличивает коэффициент использования металла, в среднем, с 20 до 90 %. В целом, переход с традиционной литейной технологии на порошковую обуславливает значительный экономический эффект. При этом появляется возможность получения более жаропрочных материалов.

Обоснование технологической схемы формования деталей из порошков титана. Для компактирования титановых порошков применяются различные методы (рисунок 2):

– холодное прессование – спекание (ХПС);
– горячее изостатическое прессование (ГИП);
– горячая и гидростатическая экструзия;
– вакуумное горячее прессование (ВГП).



1-капсула из малоуглеродистой стали, 2-аргон гелий, 3-камера прессования, 4,5,7-порошок, 6-пресс-форма, 8-ГИП (950 ^{0}С, 1000 бар, 4 часа), 9-гидроэкструзия (950 ^{0}С, 2000 бар), 10-ГВП (950 ^{0}С, 100 бар).

Рис. 2. Методы компактирования титановых порошков.

Холодное прессование и спекание. Наиболее распространенный способ получения спеченных изделий из порошков титана – холодное прессование в металлических пресс-формах с последующим спеканием. Эта технология наиболее экономична по сравнению с другими: ГИП, ВГП и т.д.

Типовой процесс рассматриваемой технологии включает операции холодного формования и спекания. Порошки чистого титана, сплавов или смесей порошка титана с легирующим компонентом подвергаются прессованию. Отформованные брикеты спекают в инертной атмосфере или вакууме при остаточном давлении менее 0,133 Па. Спекание в вакууме предпочтительней, так как позволяет полнее удалить примеси (водорода и магния), а также предотвратить взаимодействие с азотом и кислородом и, в конечном итоге – улучшить механические свойства. При использовании аргона в качестве защитной среды, его необходимо подвергать тщательной очистке и сушке.

Параметры спекания (температура и время) обуславливаются характеристиками порошков (в первую очередь: химический состав, морфология и удельная поверхность), габаритами изделий и задачами обработки (получение пористого или высокоплотного материала). В общем случае, для получения пористого материала оптимальной является температура 900 – 1000 ^{0}C, а – высокоплотного конструкционного – 1200 – 1300 ^{0}C (таблица 1).

Из порошков губчатого титана по технологии «прессование-спекание» можно получать высокоплотный материал (> 90 % от ТП), с высоким уровнем механических свойств ($\sigma_{В,}$ = 625 – 645 МПа, δ = 9 – 11 %).

Представляет интерес технология получения спеченных сплавов, имеющая ряд технико-экономических преимуществ.

Таблица 1. **Физико-механические свойства спеченного титана, спрессованнного и спеченного при различных режимах**

Формование		Спекание		Плотность, % от ТП	$\sigma_{В, МПа}$	δ, %
Метод	Давление, МПа	t ^{0}C	τ, ч			
Холодное прессование в жестких формах	310	1100	1	86,4	210	0,7
	630			87,8	480	2,9
	310		6	87,1	-	-
	630			91,0	530	0,2
	310	1300	1	86,9	500	6,5
	630			92,0	580	9,0
	310		6	90,4	620	7,6
	630			92,0	635	8,2
	310	1500	1	91,5	610	8,4
	630			92,1	625	11,0
	310		6	94,3	655	4,4
	630			90,0	690	7,0

Особенность этой технологии получения сплавов состоит в том, что в качестве исходных материалов применяют смеси порошков-ингредиентов, зашихтованных на заданные составы. Смеси порошков, основным ингредиентом которых является пластичный титановый порошок, имеют лучшую прессуемость и позволяют получать брикеты с меньшей остаточной пористостью. Пониженная прессуемостью порошков, полученных из сплавов, обусловлена как повышенным пределом текучести сплава, так и сферической формой частиц-гранул.

Таблица 2. **Гранулометрический состав порошка из титановой губки**

Фракции порошка,	меш	+80	-80+100	-100+140	-140+200	-200+230	-230+325	-325
	мкм	+177	-177+149	-149+105	-105+73,5	-73,5+63,5	-63,5+44,5	-44,5
Содержание,	% масс	0	0,1	11,2	32,9	5,0	23,3	27,5

Формование порошков осуществлялось на гидравлическом прессе при давлении 620 МПа. Плотность брикетов составляла 87 – 90% от ТП. Спекание проводилось в вакууме при 1260^{0}C в течение 4 часов (внешний вид и пульт управления вакуумной электропечью СНВЭ-16/13 представлены на рисунке 3).



Рис. 3. Внешний вид и пульт управления вакуумной электропечи СНВЭ-16/13

Плотность после спекания составила 95 - 99% от теоретической. Химический состав титанового порошка и спеченной заготовки сплава Ti-6Al-V после спекания представлен в таблице 3.

Таблица 3. **Химический состав титанового порошка и спеченной заготовки сплава Ti-6Al-4V**

Материал	Химический состав, % масс								
	Al	V	O	N	H	C	Fe	Na	Cl
Порошок Ti	-	-	0,13	0,03	0,07	0,02	0,02	0,10	0,13
Заготовка Ti-6Al-4V	6,2	4,1	0,24	0,016	0,002	0,02	0,18	0,1	0,12

Были проведены предварительные исследования по изучению физико-механических свойств спеченных из порошков титановой губки дисперсностью +100-200 мкм (производства УК ТМК) цилиндрических образцов, а также получены математические модели для плотности и предела прочности титановых образцов.

$$\text{Плотность, г/см}^3 = 2{,}6 + 0{,}03z_1 + 0{,}016z_2 + 0{,}014z_3 + 0{,}01z_1z_2$$

$$\text{Предел прочности, МПа} = 330 + 37z_1 + 7{,}5z_2 - 6{,}8z_1z_2 - 32z_3z_2$$

Где $z_1 = -(1200-P)/100$, P – давление прессования;
$z_2 = -(1020-T)/50$, t – температура спекания;
$z_3 = -(2-t)$, τ – время спекания.

Анализ структуры образцов и полученных математических моделей показал, что образцы из титановых порошков имеют остаточную пористость (не менее 10%), другими словами микроструктура состоит из двух фаз «металл-пустота». Это обуславливает *гетерогенность* структуры. Для получения *гомогенной* структуры необходимо проведение исследований по определению оптимального гранулометрического состава и разработке приемов активации спекания.

Обоснование методики расчета оптимального гранулометрического состава. Для расчета гранулометрического состава порошка наиболее плотной упаковкой частиц титана необходимо рассмотреть укладку 8 шаров диаметра *D* внутри куба с ребром 2*D* рисунок 4.

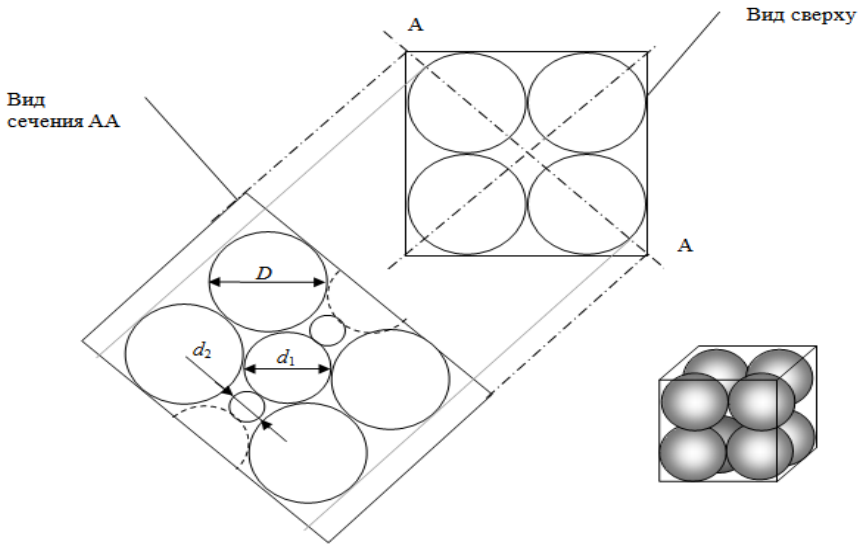


Рис. 4. Укладка шаров для расчетной модели «куб», соответствующей координационному числу упаковки, равному 6

В центре куба образуется наибольшее пространство. Определим диаметр шара d_1, заполняющего эту пустоту:

$$d_1 = \sqrt{\left(D\sqrt{2}\right)^2 + D^2} - D = \sqrt{3D^2} - D = D\left(\sqrt{3} - 1\right) \approx 0{,}732D;$$

Шар следующей фракции d_2 должен располагаться между двух шаров диаметром d_1. Размеры этих промежутков l_1 и l_2 определяются:

$$l_1 = D - d_1 = D\left(2 - \sqrt{3}\right) \approx 0{,}268D;$$

$$l_2 = \sqrt{2}D - D = D\left(\sqrt{2} - 1\right) \approx 0{,}414D;$$

Из чего следует:

$$d_2 = l_1 = D\left(2 - \sqrt{3}\right) \approx 0{,}286D;$$

Относительный объем четырех фракций можно рассчитать. Возьмем куб, вершины которого будут находиться в центрах шаров, и возьмем объем этого куба, равный D^3, за 100 %. Внутри куба располагается по 1/8 от каждого шара диаметром D, один шар диаметра d_1, шесть половинок шаров диаметра d_2, остальное пространство можно заполнить более мелкой фракцией. Результаты расчета относительного объема каждой фракции приведены в таблице 4.

В соответствии с этой методикой рассчитан оптимальный состав титанового порошка.

Обоснование методики активирования спекания. Для титана наиболее приемлемые методы активации спекания следует рассматривать следующие:

– механоактивация (создание слоя Бейлби на поверхности частиц с высокой плотность дефектов кристаллической решетки);

– наводораживание титана (насыщение титана малыми количествами водорода, что резко повышает его пластичность и снижает сопротивление деформации);

– введение активирующих добавок (например, частиц гидрида титана, который при вакуумном спекании титановых порошков разлагается с образованием активных поверхностей частиц);

– использование модификатора (для активирования спекания титановые порошки предварительно могут покрываться модификатором, например, медью. Медь образует с титаном и алюминием (при использовании сплава Ti-6Al-4V) жидкую эвтектику при температуре менее 1000 ^{0}C,

которая и активирует диффузионные процессы. Покрытие наносится химическим методом, путем погружения и перемешивания титанового порошка в растворе медной соли и каустической соды. Образующаяся комплексная медная соль восстанавливается формальдегидом при 20 ^{0}C. Частицы порошка покрываются пленкой меди в количестве 1,5 % по массе).

Таблица 1.1. **Данные расчета относительного объема, занимаемого шарами определенной фракции (модель «куб»)**

Номер фракции	Диаметр	Объем, занимаемый шарами данной фракции в кубе	Доля пространства, занятого шарами данной фракции в смеси, %	Суммарная степень заполнения, %
1	D	$\frac{\pi D^3}{6}$	52,3	52,3
2	$d_1 \approx 0{,}732D$	$\frac{\pi(\sqrt{3}-1)^3 D^3}{6}$	20,5	72,8
3	$d_2 \approx 0{,}268D$	$\frac{\pi(2-\sqrt{3})^3 D^3}{2}$	3,0	75,8
4	$>d_2$	-	24,2 (по разности)	100
Примечание: объем куба принят за 100 % и равен D^3				

По результатам вышесказанного можно заключить: на основе проведенного подробного анализа свойств титана и титановых сплавов в технологических процессах, предложена схема использования промежуточного продукта (титановой губки) в сочетании с титановыми порошками для получения качественной гомогенной заготовки для нефтегазовой арматуры; разработан технологический процесс получения деталей арматуры и разработана математическая модель технологического процесса производства гомогенных заготовок; достигнута конечная цель – высокое качество запорной арматуры при более низкой себестоимости и повышение конкурентоспособности данных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Y. Mahajan, S. Nadiv and W.R. Kerr «Studies of Hydrogenatlon in Ti-6al-4v alloy», Scripta Met., Vol. 13, 1979, p. 695.

[2] W.R. Kerr, P.R. Smith, M.E. Rosenblum, F.J. Gurney, Y. Mahajan and L.R. Bidwell, «Hydrogen as an Alloying Element in Titanium», Fourth International Titanium Conference, Kyoto, Japan, May 1980.

[3] C.F. Yolton and F.H. Froes «Method for Producing Powder Metallergy Article», Patent Pending, Crucible Research Center, Pittsburgh, PA, 1980/

[4] A.G. Jackson, J. Moteff and F.H. Froes «Advanced Titanium Alloy Development via Powder Metallurgy», this symposium. A.G. Jackson, J. Moteff and F.H. Froes «Dispersion Hardening of the Ti-5Al-2.5Sn Alloy Using a Powder Metallurgy Approach», Fourth International Titanium Conference, Kyoto, Japan, May, 1980.

[5] L.P. Seckerman and F.H. Froes, Unpublished Research 1980, Matrerials Laboratory, Air Force Wright Aeronautical Laboratories, Dayton, Ohio.

[6] Ю.С. Рускол. Титановые конструкционные сплавы в химическом производстве. -М.: Химия, 1989. -288с.

[7] В.Н. Анциферов, В.С. Устинов, Ю.Г. Олесов Спеченные сплавы на основе титана. –М.: Металлургия, 1984. -166с.

[8] Ф.Х. Фроус, Д.Е. Смугересски. Порошковая металлургия титановых сплавов. –М.: Металлургия, 1985.-252с.

Сырнев Б. В., Миргородский С. И., Миргородский Л. С., Серая Н.В.

Берілген механикалық сипаттамалары бар титан негізінде қорытпаның гомогенді дайындамаларын алу

Түйіндеме: берілген жұмыста негізінде өз зерттеулерінің нәтижелерін және жарияланған жұмыстарды негізделеді әдіснамалық тәсіл технологиясын әзірлеу үшін титан алу үшін дайындамаларды, бөлшектерді бекіту арматурасын гомогенді құрылым әдістерімен ұнтақ металлургия. Күтілетін экономикалық артықшылықтар көрсетілген, тұрған міндетке қатысты оңтайлы технологиялық схема негізделеді. Қорытылған дайындамалардың физика-механикалық қасиеттерін есептеу үшін математикалық модель әзірленді. Бастапқы ұнтақтардың оңтайлы гранулометриялық құрамын есептеу және вакуумдық жентектеу процесінде белсендіруді пайдалану арқылы құрылымның гомогендігін одан әрі арттыру жолдары талқыланды.

Түйінді сөздер: Ұнтақты металлургия әдістері, титан ұнтақтары, гомогенді дайындамалар, титан, тиекті мұнай-газ арматурасы.

УДК 622.276; 504.05. 614.876

N.B. Yermukhanova[1], Z.M. Kerimbekova[1], P.A. Tanzharykov[2], G. Shaikhislam[3]
([1]M. Auezov South Kazakhstan State University, Kazakhstan
[2]Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kazakhstan, [3]National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia
E-mail: Nurzhamal77@mail.ru)

MODELLING OF THE IMPACT OF RADIATION FACTORS ON THE PERSONNEL IN THE PRODUCTION OF OIL

Abstract. The process of oil production, which can be divided into several successive stages related to the respective zones of production, is associated with the influence of various radiation factors. The connection of high concentrations of natural radionuclides with oil fields has long been known.Thus, taking into account the proposed model of the impact of radiation and radioecological factors on the personnel of oil and gas enterprises, the assessment of all these factors F1-F8 in zones A-I.

An important role in the accumulation of natural radionuclides is played by leaks and forced discharges of oil and commercial water to the surface of the earth. At the same time, radon isotopes and their high-activity daughter decay products, as well as production dust with a high content of natural radionuclides, can enter the air of the working premises of oil fields.

Key words: natural radionuclides, sources of radiation pollution, impact of radiation factors on the personnel, radioactive waste in process equipment, modeling of radiation factors.

Н.Б. Ермуханова[1], З.М. Керімбекова[1], П.А.Таңжарықов[2], Г. Шайхислам[3]
([1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті.
[2]Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, [3]Мәскеу болат және қорытпалар институты («МБжҚИ») Ұлттық зерттеу технологиялық университеті, Мәскеу, Ресей. E-mail: Nurzhamal77@mail.ru)

МҰНАЙ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ПЕРСОНАЛҒА РАДИАЦИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ

Түйіндеме: Табиғи радионуклидтердің жоғары шоғырлануының мұнай кен орындарымен байланысы бұрыннан белгілі. Осылайша, мұнай-газ кәсіпорындарының персоналына радиациялық және радиоэкологиялық факторлардың ұсынылған әсер ету моделін ескере отырып, А-И аймақтарында осы аталған F1-8 факторларға бағалау жүргізілді. Табиғи радионуклидтердің жинақталуында мұнайдың және техникалық судың жер бетіне төгілуі мен мәжбүрлі төгілуі маңызды рөл атқарады. Бұл ретте мұнай кен орындарының жұмыс үй-жайларының ауасына радон изотоптары және олардың ыдырауының жоғары белсенді еншілес өнімдері, сондай-ақ құрамында табиғи радионуклидтер жоғары өндіріс шаңдары түсуі мүмкін.

Кілтті сөздер: табиғи радионуклидтер, радиациялық ластану көздері, радиациялық факторлардың персоналға әсері, технологиялық жабдықтағы радиоактивті қалдықтар, радиациялық факторларды модельдеу.

Кіріспе. Мұнай өндіру объектілеріндегі персонал мен халыққа радиациялық және радиоэкологиялық факторлардың әсерін бағалау, тек радиациялық параметрлерді (радионуклидтердің үлестік белсенділігінің мәндерін, экспозициялық дозаның қуатын) ғана емес, сондай-ақ түзілетін ілеспе материалдар, қалдықтар мен жабдықтар сияқты зерттеу объектілерінің өздерінің сипаттамаларын қамтитын егжей-тегжейлі модель жасауды талап етеді. Ұңғымаларды барлау, геофизикалық зерттеу кезінде пайдаланылатын иондаушы сәулелену көздерімен (жабық радионуклидті көздермен) жұмыс істеу, сондай-ақ жабдықты дезактиациялау мен тазартудың арнайы технологияларын пайдаланудың да маңызы аз емес. Тек осы негізде ғана мұнай өндіру мен бастапқы өңдеудің радиациялық-қауіпсіз технологияларын әзірлеу мүмкін[1,2].

Жер бетіне түсетін және шашырайтын табиғи және техногендік радионуклидтер, негізінен Ra - 226, Ra - 228, U - 238, Th - 228, Rn - 222, Rn - 220, Pb - 210, Po - 210, Sr - 90, Cs - 137, Pu (238, 239, 240, 241), Am - 241, мұнай мен газды барлау, өндіру, тасымалдау, сақтау және өңдеу процесінде пайдаланылатын өндірістік қалдықтармен және басқа да материалдармен түседі. Мұнай өндіру кезінде негізгі доза түзуші радионуклидтер радий және торий изотоптары ($^{226, 228, 224}$Ra, ^{228}Th), ал газ өндіру кезінде - радон, қорғасын және полоний изотоптары ($^{222, 220}$Rn, ^{210}Pb, ^{210}Po) болып табылады.

Осылайша, радиациялық ластану көздері бар зерттелетін объектіде келесі сипаттамалар бағалануы тиіс:

1. Радиациялық және радиоэкологиялық әсер ету көздері (өндірілетін шикізат пен ілеспе материалдар, қоршаған ортаға түсетін олардың көлемдері, иондаушы сәулелену жабдықтары мен көздері, сондай-ақ өндірістік және технологиялық процестер);

2. Алынатын, концентрацияланатын және кейіннен ыдырайтын, табиғи радионуклид (ТРН) және техногендік радионуклид (ТХРН) спектрі, сондай-ақ олардың белсенділігі;

3. Радионуклидтерді шикізатқа, ілеспе материалдарға, қалдықтарға және қоршаған ортаға қайта бөлу тетіктері;

4. Радиоактивті элементтермен, қоршаған ортаға келіп түскен заттар мен материалдармен, онда қайта бөлінген өндірістік және технологиялық процестермен, иондаушы сәулелену көздерін пайдаланумен байланысты персонал мен іргелес аумақтардың халқына қосымша радиациялық және радиоэкологиялық жүктемелер[3].

Радиациялық қауіпсіздікті бағалау және бақылау мынадай іс-шараларды әзірлеуді және өткізуді талап етеді:

1. Өндірілетін шикізатта, ілеспе өнімдерде, өндіріс қалдықтарында, жабдықтарда және басқа да материалдарда табиғи радионуклидтермен техногендік радионуклидтер құрамын бақылау;

2. Радионуклидтердің (оның ішінде техногендік шоғырланған) қоршаған ортаға, оның ішінде су объектілеріне және қоныстану аумақтарына таралуын шектеу;

3. Іргелес аумақтарды радиоэкологиялық зерттеу;

4. Қалдықтармен, оның ішінде радиоактивті заттармен жұмыс істеу жүйелері;

5. Ластанған объектілер мен аумақтарды оңалту жүйелері;

6. Радиациялық заттардың персонал мен халыққа әсерін бағалау, есепке алу.

Қосымша зерттеулер келесі мәселелерді шешуді талап етеді:

- ішіне шикізат құятын, сақтайтын құрал-жабдықтар сыртында және басқа да типті жабдықтарда табиғи радионуклидтен құралған қатты шөгінділердің қалыптасуы, гамма-сәулеленумен байланысты персонал мен халықтың тәуекелін арттырады, соның салдарынан радиациялық қауіп-қатерлерді қайта бағалау қажеттілігі туындайды;

- табиғи радионуклидтерден құралған радиациялық белсенді қалдықтарды өңдеу технологияларының экономикалық тиімділігін бағалау, оның ішінде қалдықтардың көлемін азайтатын технологияларды дамытуға және олардағы табиғи радиацияның деңгейін азайтуға бағытталуы тиіс[4,5].

Зерттеу әдістері мен нысандары. Мұнай және газ кен орындары үшін әдеттегі жағдайларда бұл радионуклидтер тау жыныстарында жеткілікті берік ұсталады, ал олардың еншілес бөлу өнімдері (радий изотоптарыы және Th-228) анағұрлым жылжымалы элементтер болып табылады және сұйық фазаға оңай өтеді. Бұл жағдайда негізгі изотоп Ra-226, U-238 еншілес өнімі болып табылады. Pb-210 және Po-210 өз кезегінде Rn-222 ыдырау өнімдері болып табылады. Ra-228 және оған ілеспе қысқа өмір сүретін Ac-228, сондай-ақ Ra-224 және Rn-220 өз кезегінде Th-232 бөлу өнімдері болып табылады; олар мұнай мен газды өндіру және алғашқы өңдеу процесінде шоғырлануы мүмкін.[6,7]

Пайдаланылатын қондырғыларда және көмірсутек шикізатын өндіру және қайта өңдеу орындарында табиғи радионуклидтер шоғырлануының негізгі себептері:

1. Мұнай өндіру және өңдеу қондырғыларынан түсетін су фазасынан радий тұздарының (карбонаттар мен сульфаттар) тұнуы. Ra-226, Ra-228, Th-232 және Th-228 бар мұндай қақ қабаттық сумен жанасатын барлық беттерде пайда болуы мүмкін. Бұл құбырлардың қосылған жерлерінде, фазалық сепараторлар (буллиттер және резервуарлар), сорғылар, клапандар және т. б.

2. Rn-222 ыдырауының қатты өнімдерінің тұнуынан ең жұқа радиоактивті үлбір пайда болады, негізінен ұзақ өмір сүретін Pb-210 және Po-210 қатты өнімдері жабдықтың, газды қайта өңдеу және тасымалдау қондырғыларының ішкі беттерінде тұнып, осының салдарынан іс жүзінде көрінбейтін жоғары белсенді шөгінділердің пайда болуы.

3. Қабаттық суда ерітілген сульфаттар мен радий карбонаттарының шөгінділеріне түсу есебінен мұнайды өндірудің және бастапқы өңдеудің әртүрлі технологиялық сатыларында түзілетін мұнай шламында радионуклидтердің жиналуы. Мұнай шламындағы табиғи радионуклидтердің (ТРН) шоғырлану коэффициенті 10^6 - ға жетуі мүмкін.

Мұнай-газ өнімдеріндегі табиғи радионуклидтер(ТРН) концентрациясы геологиялық жыныстардағы уран мен торийдің бастапқы құрамына, олардың су ортасындағы еншілес өнімдерінің қозғалысына және олардың көмірсутек шикізатымен араласу дәрежесіне байланысты. Радийді еріту

және жинақтау процесі өте әлсіз және көптеген химиялық және физикалық факторлар мен жағдайларға (температура, қысым, тотығу - қалпына келтіру әлеуеті және т.б.) байланысты[8].

Радиоэкологиялық жағдайдың мұнай-газ кешендерінің (МГК) геологиялық ортасына және халыққа әсерінің ең маңызды факторлары болып табылады.:

1) ластанған қабаттық сулардың ағуы немесе төгілуі топырақта радиоактивті техногендік жаңғақтардың қалыптасуына және шаруашылық-ауыз су мақсаты үшін пайдаланылатын жер үсті, жер асты және жер асты суларына нуклидтердің түсуіне әкеп соғуы мүмкін.

2) бейбіт мақсатта жерасты ядролық жарылыстарын жүргізу аудандарында геологиялық ортаның ластануы ұзақ мерзімді сынық бөлу өнімдерінің (Sr, Cs) және жер асты сулары бар трансурандық элементтердің ($_{238}$Ри, $_{239}$Ри, $_{240}$Ри, $_{241}$Ри, $_{241}$Ам) көші-қонымен анықталады.

3) Кәсіпшілік радиоактивтік сулар әдетте өнімді горизонттан 1-2 км жоғары орналасқан көму полигондарына жылжиды. Бұл операция радионуклидтердің едәуір санын күндізгі бетке жақындатады және жоғарғы сулы деңгейлерге байланысты болған жағдайда әр түрлі мақсаттағы су пайдалану көздерін: минералдық, емдік, шаруашылық, техникалық, ауыз суларды ластай алады.

4) мұнай-газ кен орындарында жекелеген табиғи ауытқулары бар құрылымды шоғырлар: уран кенденуі, судың радий және торийлік минералдануымен табиғи ауытқулары бар құрылымдарға жатуынан, мұнай мен газды өндіру процесінде күндізгі жер бетіне радионуклидтердің белсенді түсуіне бастамашылық етуі мүмкін.

5) 1,5÷2 м тереңдікке төселетін кәсіптік құбырлардың герметизациясы бұзылуынан аққан мұнай өнімдеріндегі радионуклидтер миграциясы әсері аэрация аймағы мен жоғарғы сулы қабаттардың ластануына алып келеді.

6) буланудан кейін құрғайтын алаңдарда радионуклидтерден шаң және газаэрозольдік шашырауы.

Табиғи радионуклидтердің (ТРН) жинақталуында мұнай мен кәсіпшілік судың жер бетіне төгілуі мен еріксіз төгілуі маңызды рөл атқарады. Мұнай кәсіпшіліктерінің жұмыс үй-жайларының ауасына бір мезгілде радон изотоптары және олардың ыдырауының жоғары белсенді еншілес өнімдері, сондай-ақ жоғары ТРН құрамды өндірістік шаң түсуі мүмкін.

Он және одан да көп жыл пайдаланылатын көміртегі шикізатының кейбір кен орындарында көрсетілген процестер нәтижесінде табиғи радиоизотоптардың жер бетіне түсуі гамма-сәулелену дозасының қуаты табиғи фонда 100 және одан да көп есе асатын деңгейге жетеді. Осылайша, өндіріс процесінде жинақталатын радиоактивті заттар мен материалдарды басқару жөнінде шаралар қабылдау қажеттілігі туындайды. Бұл шаралар радиометриялық мониторингті және радиоактивтіліктің жоғары деңгейлерімен ерекшеленетін жабдықтарды дезактивациялаудан, жинаудан, сұрыптаудан, қайта өңдеуден, қоймалаудан, тасымалдаудан және көмуден тұратын шешімдерді қамтиды[9,10].

Мұнай өңдеу кәсіпорындарының персоналына әсер ететін радиациялық және радиоэкологиялық факторлар:

1. Жабдықтың қабырғалары арқылы мұнай шламынан шығатын сыртқы гамма-сәулелендіру;
2. Алаңның лас топырағынан сыртқы гамма-сәулеленуі;
3. Жоғары фоны бар өндірістік үй-жайдағы сыртқы гамма-сәулелену;
4. Жабдықты тазалау және жөндеу кезінде ашық мұнай шламынан сыртқы гамма-сәулелендіру;
5. Ашық мұнай шламынан сыртқы бета-сәулелендіру;
6. Радонмен, торонмен және олардың еншілес өнімдерімен байланысты ішкі альфа -, бета және гамма-сәулелену;
7. Радиоакивті шаңды жұтумен байланысты ішкі альфа -, бета және гамма-сәулелену;
8. Ластанған қолдар арқылы РН түсуімен байланысты ішкі альфа -, бета және гамма-сәулелену.

Зерттеу нәтижелерін талдау. Шартты түрде өндірістік жұмыстардың тиісті аймақтарына жатқызылған мұнай өндіру процесі тікелей радиациялық факторлардың әсерімен байланысты. Модельдеуде әсер етуші радиациялық факторлар үлгісі 1-8 аралығын қамтыса, ал мұнай өндіру аймағы А-И аймағы аралығын қамтиды.:

А. Сағалық алаң(1,2,6,7,8).

Б. Топтық өлшеу құрылғылары (ГЗУ) алаңы және мұнай жинау құбырларының трассалары(1,2,6,7,8).

В. Жинау пунктінің алаңы(1,2,3,4,5,6,7,8).

Г. Мұнайды дайындау қондырғысының алаңы(1,2,3,4,5,6,7,8).

Д. ППД сорғылар мен құбырлар алаңы(1,2,3,4,5,6,7,8).

Е. Мұнай шламын жинайтын алаң(1,2,4,5,6,7,8).

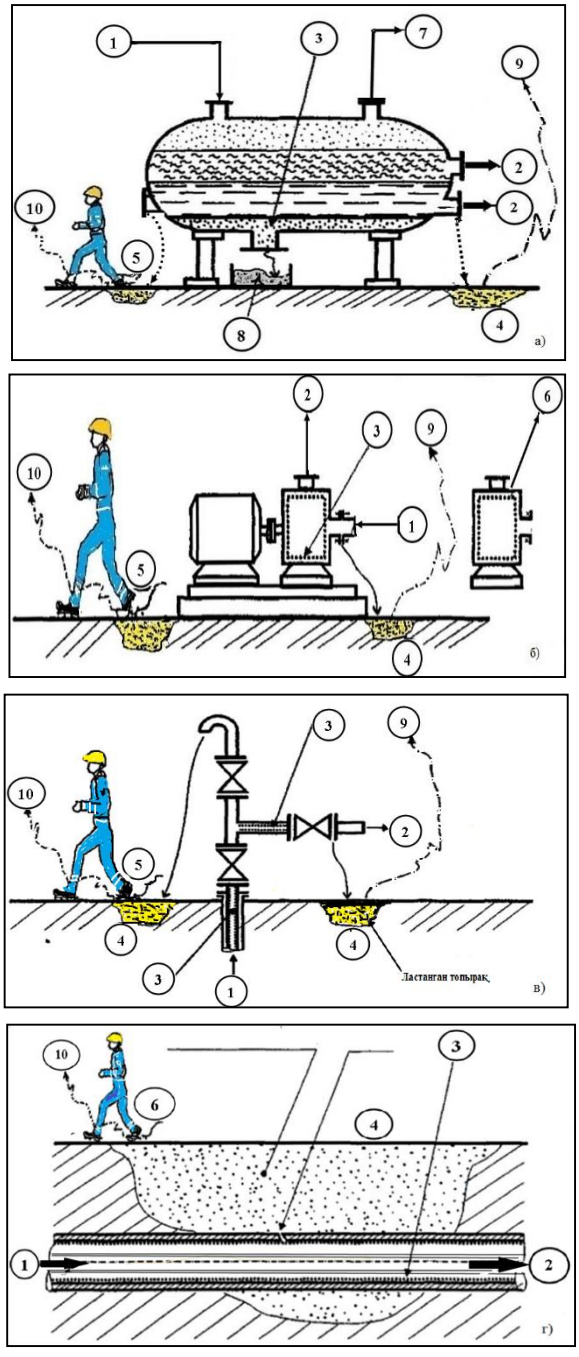
И. Жабдықтарды жөндеу және сақтау алаңы(1,2,3,6,7,8).

Осылайша, МГК кәсіпорындарының персоналына радиациялық және радиоэкологиялық факторлардың ұсынылған әсер ету моделін ескере отырып, А-И аймағында Ф 1- 8 барлық көрсетілген факторларын бағалау жүргізілуі тиіс. Адамның сәулелену қаупі, негізінен, мынадай параметрлерге: радионуклидтер шығаратын иондаушы сәулелену түріне; радионуклидтердің белсенділігіне; радионуклидтердің адам организміне түсу жолдарына; басқа да бірқатар жағдайларға, оның ішінде организмнің жеке ерекшеліктеріне байланысты. Әдеби дереккөздердің [11] мәліметтері бойынша жарылыс жүргізу орындарында адамның ұзақ уақыт бойы болуы, тіпті сыртқы салыстырмалы түрде аздаған радиациялық ластануы кезінде де адамның иммундық және қан түзетін жүйелерінің жағдайына әсер етуі мүмкін. Ластанған объектілерге жақын бірқатар кенттерде қатерлі ісіктің сирек түрлерімен ауру жағдайлары санының артуы байқалды.

Мұнай-газ кешенінде радиациялық тәуекелге ұшыраған топтар жабдықтармен және мұнай кен орындарын тазалау және жөндеу жұмыстарын атқаратын жұмыскерлерді, қалдықтарды сақтау орындарының жұмыскерлерін және тұтастай алғанда халықты қамтиды[12].

1 - суретте мұнай өндіру мен өңдеу кезіндегі радиациялық және радиоэкологиялық факторлардың әсер ету көздерінің схемасы берілген. Жұмысшыларға әсер ететін мұнай өндірудің технологиялық сатыларында *жинақталатын және таралатын* радионуклидтердің әсер етуі, оның пайда болу кезеңдерімен байланысты:

1. Қабаттық судан РН бөлінуі;
2. Қабаттық су ағатын орындарда, мұнай шламы төгілген жерлерде, жер амбарларында орналасқан орындарда РН топыраққа түсуі;
3. Құбырлардың, сорғылардың, арматураның қабырғаларында РН бар шөгінділердің пайда болуы;
4. Шөгінділерден, мұнай шламынан, топырақтан, қабаттық судан, ілеспе газдан радонның бөлінуі;
5. Құрамында РН аз сыйымдылықты жабдықта консистентті мұнай шламдарының пайда болуы;
6. РН жоғары мөлшері бар сыйымды жабдықта сусымалы мұнай шламдарының пайда болуы;
7. Көлемін азайту мақсатында мұнай шламын ішінара өңдеу;
8. Сусымалы төгу және консистентті мұнай шламдарының топыраққа төгілуі, аэрозольдардың шөгуі;
9. Мұнай шламы мен топырақты жинақтауыштарда орналастыру және уақытша сақтау;
10. РН бар шөгінділері бар жабдықтарды сақтау және жөндеу.



1-сурет. Мұнай өнімдерімен буллит ыдыста (а), насоста (б), арматура және СКҚ(сорапты компрессорлы құбырларда) (в) және құбыр жолында (г) радионуклидтердің кіруі мен қайта бөліну схемасы. 1 - технологиялық өніммен кіруі; 2 - технологиялық өніммен шығуы; 3 - шөгінділер мен шөгінділер түріндегі жинақталған өніммен шығуы; 4 - ағындылармен шығару (алаңға, топыраққа); 5 - қызмет көрсету және жөндеу кезіндегі механикалық шығару; 6 - бөлшектелген жабдығы бар механикалық тасымалдау кезінде шығуы; 7 - газбен шығу; 8 - мұнай шламын түсіру және шөгінділерді тазалау кезіндегі шығуы; 6 - бөлшектелген жабдығы бар механикалық тасымалдау кезінде шығуы; 7 - газбен шығуы; 8 - мұнай шламын түсіру және шөгіндіні тазалау кезінде; 9 - ластанған топырақтан радонның бөлінуі(эксхаляциясы); 10 - ластанған топыратан аэрозоль түрінде шығуы.

Қазіргі уақытта МГК-де қабаттық сумен, мұнаймен және газбен бірге жер қойнауынан алынған жоғары құрамды ТРН-дің уран мен торий еншілес өнімдерінің ыдырауының айтарлықтай жұмыс тәжірибесі жинақталған. Бұл ТРН құбырлар мен жабдықтардың қабырғаларында қатты шөгінділерді, сондай-ақ сыйымдылықтар ішінде және жабдық қуыстарында тұтқыр шөгінділерді құрайды. Радий изотоптары жабдықтардың ішінде шөгінді қақ радиобаритті пайда етеді. Ол қатты зат уақыт өте келе қоршаған ортаға радон бөледі, оның эмандау коэффициентінің мәні 0,05 болса, буллиттер мен сепараторлардағы шөгінді қақтармен мен шламдар үшін оның шамасы айтарлықтай жоғары - 0,22 тең. Он жылдан аса мұнай өндіретін орындарда жаңартылмаған және дезактивацияланбаған құрал-жабдықтарда қатты қалдықтар уақыт өте келе ыдырап, жоғары радиациялық фон түзуге қатысады[9,13].

1-кесте. **МГК-дегі табиғи радионуклидтердің радиобелсенді қалдықтарының меншікті белсенділігі, Бк/г**

Радионуклидтер	Қалдық түрлері		
	Кәсіптік сулар	Құрал-жабдықтардағы шөгінділер	Шламдар
^{238}U	0,0003-0,1	0,001-0,5	0,005-0,01
^{226}Ra	0,0020-1200	0,1-15000	0,05-800,0
^{210}Po	-	0,02-1,5	0,004-160
^{210}Pb	0,005-190	0,02-75	0,1-1300
^{232}Th	0,0003-0,1	0,001-0,002	0,002 -0,01
^{228}Ra	0,2-180	0,05-2800	0,5-50,0

1-кестеде радиобелсенді қалдықтардың жинақталуының орташа жылдық көрсеткіші берілген. Табиғи радионуклидтердің меншікті белсенділігі кейбір құрал-жабдықтар, құбырлармен арматураларда 100-200 Бк/г аралығында.

Бұл жағдайда қайта пайдалануға келмейтін радиобелсенді өнеркәсіптік қалдықтар құралады:

- радиоактивті шөгінділермен және қақтармен ластанған, дезактивацияға жатпайтын және одан әрі пайдалануға *жарамсыз құбырлар, сорғылар және басқа да жабдықтар*;
- резервуарлар мен басқа да жабдықтардан тазарту кезінде алынатын және одан әрі пайдалануға жатпайтын тұтқыр агрегаттық күйдегі мұнайшламалар;
- ластанған құбырларды, сорғыларды және басқа да кәсіпшілік жабдықтарды механикалық тазарту кезінде пайда болатын қатты (сусымалы) қалдықтар;
- ластанған құбырлар мен басқа да жабдықтарды сұйықтықпен тазарту (жуу), құрал-сайманды, жарақтарды және жұмыс киімдерін дезактивациялау кезінде пайда болатын сұйық қалдықтар[13].

Қорытынды. Құрамында ТРН бар өндірістік қалдықтар тиімді белсенділік мәндерінің кең ауқымына ие болуы мүмкін: бірліктен бірнеше жүз кБк/кг - ға дейін олардың көлемді және салмақтық мөлшері айтарлықтай шамаларға жетеді: сұйық, тұтқыр және сусымалы қалдықтар үшін - $n \cdot 10^4$ $м^3$ дейін; ластанған құбырлар мен жабдықтар түріндегі қатты қалдықтар үшін – $n \cdot 10^3$ тоннамен есептеледі. Радиобелсенді қалдықтарды сақтаудың радиациялық және радиоэкологиялық қауіпсіздігін бағалау кезіндегі негізгі міндеттердің бірі - радионуклидтердің қоршаған ортаға көшуін болжау. Соңғы уақытта компьютерлік және бағдарламалық базаның дамуына байланысты радионуклидтердің миграциялануы саласындағы ғылыми зерттеулер эксперименттік және әдеби материалмен расталған теориялық үлгілерді жасауға бағытталған[14].

Қызмет көрсетуші персоналдар мен вахталық поселкаларда радиациялық қауіптілік жоғарылау. Тұтас алғанда, иондаушы сәуле әсері (эффективті доза)халық үшін қоршаған орта әсеріне байланысты. Шығыс Құмкөл кен орнын жобалық игеру кезінде(жобалық тереңдігі 1350 м (±250м)) иондаушы сәуле әсерінің интегральды бағасы 3 баллды, әсер етудің матрица көрсеткіші, категория мәні ***төмен***(1-8) балды құрады[15].

Радиациялық қауіпсіздіктің басты мақсаты халықты, оның ішінде персоналды қоса алғанда, иондаушы сәулеленудің зиянды әсерінен шаруашылықтың түрлі салаларында сәулеленуді пайдалану кезінде пайдалы қызметке негізсіз шектеулерсіз радиациялық қауіпсіздіктің негізгі қағидаттары мен нормаларын сақтау жолымен қорғау болып табылады

Көмірсутекті кәсіпорында да радиациялық қауіпсіздіктің негізгі талабы детермирленген шекті, сондай-ақ стохостикалық табалдырықсыз әсерлерді болдырмау мақсатында халық пен өндірістік персоналдың негізсіз сәулеленуін, радиоактивті сәулеленудің шекті дозаларының артуын болдырмауды, сондай-ақ сәулелену дозаларының мүмкін болатын барынша төмен деңгейге дейін жетуін көздейді[16].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Романович И.К., Кормановская Т.А., Королева Н.А., Лисаченко Э.П., Сапрыкин К.А. Научное обоснование методических подходов к организации и проведению заключительного радиационного обследования участков территории, реабилитированных после загрязнения природными радионуклидами //Радиационная гигиена. Том 11 № 3, СПб, 2018. – С.7-17.

[2] Романович И.К., Лисаченко Э.П., Кучумов В.В. Обоснование необходимости реабилитации участков территории, загрязненных природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности//Актуальные вопросы радиационной гигиены: Материалы международной научно практической конференции – СПб, 2018. – С.232-235.

[3] Миндияров В.Р. Потенциальная опасность радиационного загрязнения компонентов окружающей среды отходами добычи//Технология нефти и газа. –Москва, 2014. - №4(93). – С.8-12.

[4] Мустафин С.К. Актуальность радиационного мониторинга объектов нефтегазодобычи// XIII Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о земле». – Москва, 2017. 05 – 07 апрель. –Т.2. – С.119.

[5] Билалов, Ф.С., Бадрутдинов О.Р., Баринова О.Р., Тюменев Р.С. и др. Оценка воздействия объектов подготовки нефти на радиационную обстановку прилегающей территории // Нефт. хоз-во. – 2014. – № 7. – С. 60-62.

[6] Мустафин С.К. Радиационный мониторинг объектов добычи углеводородов//Сб. Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды» – Севастополь: ИПТС, 2016. – С. 205-206.

[7] Ермуханова Н.Б., Танжарыков П.А., Керимбекова З.М. Научные основы радиационной безопасности в нефтегазовых объектах//Актуальные научные исследования в современном мире. 2018. № 5-8 (37). С. 21-26.

[8] Мустафин С.К., Трифонов А.Н. Радиационный контроль и мониторинг процесса нефтегазодобычи как инструменты управления экологическими рисками предприятий //Материалы XI Международ. науч.-практ. конф. «Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах». - Кемерово, 2017. – С. 123-127.

[9] Глухов Г.Г., Зукау В.В., Нестерова Ю.В., Чикова И.В. Радиационный контроль в современных процессах нефтедобычи//Вестник науки Сибири. - 2012. - № 2 (3). – С.16-21.

[10] Ионизирующее излучение, радиационная безопасность СП 2.6.1.758-99. «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99). Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Казахстан от 9.12.1999 г. № 10 Введены в действие с 01.01.2000 г.

[11] Яблоков А.В. Атомная мифология: Заметки эколога об атомной индустрии. -М.: Наука, 1997. - 13 с.

[12] Романович И.К.Критерии радиационной безопасности реабилитированных участков территории, загрязненных природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей//Актуальные вопросы радиационной гигиены: Материалы меж. научно-прак. конфер. – СПб, 2018. – С.225-227.

[13] Лисаченко Э.П., Стамат И.П. Природные радионуклиды в производственных отходах предприятий неурановых отраслей//Радиационная гигиена. Том 2 № 2, Санкт-Петербург, 2009. – С.7-17.

[14] Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-97) СП 5.01.011-97*.

[15] АО «Петро Казахстан Кумколь Ресорсиз». ПредОВОС к проекту оценочных работ на Контрактной территории № 1398 на период 2016-2018гг в пределах территория блоков в Карагандинской области РК. - Кызылорда,2017. - С.94.

[16] IAEA Safety Standards for protecting people and environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. Part 3 No GSR Part 3. Vienna, 2014, 436 p.

Ермуханова Н.Б., Танжарыков П.А., Керимбекова З.М., Шайхислам Г.Б.

Моделирование воздействия радиационных факторов на персонал при добыче нефти

Резюме. Современные энергетика и промышленность базируются на добыче нефти и газа, сопровождающейся поступлением на земную поверхность и концентрацией различных радиоактивных веществ (нефть, пластовые воды, нефтешламы, осадки солей и т.п.). Источниками общего облучения являются: внешнее гамма-излучение; ингаляция радиоактивной пыли; бета-облучение кожи и органов зрения; внутреннее облучение за счет ингаляции радона. Внешнее гамма-облучение возможно при высокой активности ЕРН на внутренних поверхностях оборудования, при формировании осадков на внешних поверхностях оборудования, а также при извлечении загрязненных осадков. Риск для работников возрастает, когда захоронение радиоактивных отходов, содержащих ЕРН, производится без соблюдения правил радиационной безопасности, в первую очередь без использования средств индивидуальной защиты органов зрения и кожи, а переплавка загрязненного оборудования ведется без надлежащего радиационного контроля.

Ключевые слова. внешнее γ-облучение от нефтешлама через стенки оборудования; внешнее **γ**-облучение от грязного грунта площадки; внешнее β - облучение от открытого нефтешлама; выделение РН из пластовой воды.

УДК 681.5.013

S.K. Atanov [1], A.Z. Bigaliyeva [1,2]
([1]Eurasian National University named after L.N. Gumilyov
[2] Karaganda State Technical University
E-mail: alfija84@mail.ru)

DEVELOPMENT AND MODELING OF THE OPTIMAL LQG CONTROLLER FOR CONTROLLING THE GRINDING PROCESS

Abstract. The paper presents the development of a linear-quadratic controller (LQR) for intelligent control of the fine grinding technological process. The LQR regulator was designed to control the quality of mill output. The developed LQR controller takes into account the dynamics of the system. In the course of the work, the structure of the regulator is presented, the LQR approach to finding the optimal gain matrix is described, as well as the concept of the quadratic integral functional u, which is used with LQR. The LQR design algorithm is applied and the simulation results are presented. Modeling is implemented in the MATLAB environment.

Keywords: LQR regulator, intelligent control, feedback systems, process control.

С.К. Атанов [1], А.З. Бигалиева [1,2]
([1] Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилёва
[2] Карагандинский государственный технический университет
E-mail: alfija84@mail.ru)

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕРУЛЯТОРА LQG ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОМОЛА

Аннотация: В работе представлена разработка линейно-квадратичного регулятора (LQR) для интеллектуального управления технологическим процессом тонкого помола. LQR регулятор был разработан для контроля качества выходного материала мельницы. В разработанном LQR регуляторе учтена динамика системы. В ходе работы представлена структура регулятора, описан подход LQR к поиску оптимальной матрицы усиления, а также концепция квадратичного интегрального функционала, который используется с LQR. Применен алгоритм проектирования LQR и приведены результаты моделирования. Моделирование реализовано в среде MATLAB.

Ключевые слова: LQR регулятор, интеллектуальное управление, системы обратной связи, управление процессами.

Введение

Линейная квадратичная гауссова теория оптимального управления (LQG) является одним из главных достижений современной области управления. LQG регулятор представляет собой комбинацию фильтра Калмана, то есть линейно-квадратичной оценки (LQE), с линейно-квадратичным регулятором (LQR). Принцип разделения гарантирует, что они могут быть разработаны и рассчитаны независимо [1].

Эта методология проектирования позволяет синтезировать регулятор, который является оптимальным по отношению к заданному квадратному индексу производительности. Теория учитывает наличие гауссовых помех белого шума, действующих на систему. На практике, хотя можно получить модели процессов из начальных принципов или из экспериментальных измерений, эти модели всегда будут подвержены ошибкам. Таким образом, система управления должна быть разработана таким образом, чтобы она была устойчивой к этим ошибкам моделирования.

Контроль процесса помола в мельнице

В качестве объекта управления принята мельница планетарного типа, которая производит тонкий и сверхтонкий помол материала [2].

Материалом измельчения в мельнице является шлак медеплавильного производства, из которого выделяют металлическую медь. В Испытательной лаборатории инженерного профиля «Комплексное освоение ресурсов минерального сырья» РГП на ПХВ Карагандинского государственного технического университета установлено, что наибольшая извлекаемость металлов из шлака медеплавильного производства достигается при помоле с тониной 80…125мкм.

Контроль качества помола в мельнице осуществляется гранулометром, предназначенным для непрерывного автоматического контроля гранулометрического состава шлака, без отбора проб,

непосредственно в потоке и обеспечивающим непрерывное определение и отображение на дисплее величины процентного содержания контрольных классов крупности частиц в пульпе, выдачу стандартного сигнала на регулирующие устройства и передачу данных по каналам связи.

Целью оптимального управления процессом измельчения является поддержание заданного значения качества помола. Регулирование осуществляется изменением величины входящего потока заслонкой, привод которой перемещается с помощью электродвигателя.

Способы и методы моделирования процессов, происходящих при измельчении шлака в мельнице и построение на основе этих моделей систем управления с обратной связью, предполагает разбиение всего процесса построения системы на последовательные этапы [3]:

−построение адекватной математической модели процесса помола (идентификация процесса) на основе дифференциальных уравнений;

−анализ полученной модели на устойчивость, управляемость и наблюдаемость.

−синтез структуры регулятора**.**

Построение модели системы (tf- и ss-формы). Анализ модели (устойчивость, управляемость, наблюдаемость)

Составление дифференциальных уравнений объектов регулирования, прежде всего технологических, представляет собой сложную задачу, решаемую с существенными допущениями [4-5]. В этих случаях целесообразно составлять математическое описание на основании эксперимента. Экспериментально определяют переходную характеристику процесса. По данной характеристике составляется передаточная функция и определяется амплитудно-фазовая характеристика [6].

В рамках научного исследования, на этапе идентификации технологического процесса, для построения наиболее точной модели, были проведены ряд сложных экспериментов на реальном объекте управления. На основе данных, полученных в результате проведённых опытов, определена переходная характеристика процесса помола.

Искомая передаточная функция tf-формы имеет вид:

$$y = H(s)u$$
$$H(s) = \{b_{ij}(s)/a_{ij}(s)\}$$

характеризуемых двумя полиномиальными матрицами $B(s) = \{b_{ij}(s)\}$, $A(s) = \{a_{ij}(s)\}$.

Параметры формируемой математической модели осуществлены как результат решения специальной оптимизационной задачи, именуемой задачей параметрической идентификации [7-8].

Строится модель третьего порядка, которая в общем виде описывается уравнением

$$\frac{d^3y}{dt^3} + a_2\frac{d^2y}{dt^2} + a_1\frac{dy}{dt} + a_0y = b_2\frac{d^2u}{dt^2} + b_1\frac{du}{dt} + b_0u \quad (1)$$

Идентификации подлежат шесть параметров a_2, a_1, a_0, b_2, b_1, b_0.

Пусть имеется реакция на $y_s(t)$ на единичный ступенчатый сигнал при нулевых начальных условиях.

В результате дискретизации, используя соотношение Эйлера

$$\frac{dy}{dt} = \frac{y(t)-y(t-\Delta t)}{\Delta t}$$

система (1) принимает вид:

$(a_0\Delta t^3 + a_1\Delta t^2 + a_2\Delta t + 1)y(t) - (a_1\Delta t^2 + 2a_2\Delta t + 3)y(t-\Delta t) + (a_2\Delta t + 3)y(t-2\Delta t) - y(t-3\Delta t) = (b_0\Delta t^3 + b_1\Delta t^2 + b_2\Delta t)u(t) - (b_1\Delta t^2 + 2b_2\Delta t)u(t-\Delta t) + b_2\Delta t u(t-2\Delta t)$

Принимая $t \triangleq n\Delta t$, следует, опуская Δt из аргумента, модель входа-выхода динамической системы имеет следующий вид:

$$\alpha_0y[n] + \alpha_1y[n-1] + \alpha_2y[n-2] + \alpha_3y[n-3] = \beta_0u[n] + \beta_1u[n-1] + \beta_2u[n-2] \quad (2)$$

Таким образом, необходимо найти шесть коэффициентов: $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \beta_0, \beta_1, \beta_2$, через которые по формуле (2) однозначно определятся искомые коэффициенты $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$.

Учитывая, что $u(n) \equiv 1$, имеем

$$\beta_0u[n] + \beta_1u[n-1] + \beta_2u[n-2] = b_0\Delta t^3 + b_1\Delta t^2 + b_2\Delta t - b_1\Delta t^2 - 2b_2\Delta t + b_2\Delta t = b_0\Delta t^3$$

Для поиска указанных коэффициентов, задаются четыре значения текущего момента времени: $n = k_1$, $n = k_2$, $n = k_3$, $n = k_4$ и из уравнения (2) записываем равенства:

$$y(k_1)\alpha_0 + y(k_1-1)\alpha_1 + y(k_1-2)\alpha_2 - \Delta t^3b_0 = -y(k_1-3)$$
$$y(k_2)\alpha_0 + y(k_2-1)\alpha_1 + y(k_2-2)\alpha_2 - \Delta t^3b_0 = -y(k_2-3)$$
$$y(k_3)\alpha_0 + y(k_3-1)\alpha_1 + y(k_3-2)\alpha_2 - \Delta t^3b_0 = -y(k_3-3)$$
$$y(k_4)\alpha_0 + y(k_4-1)\alpha_1 + y(k_4-2)\alpha_2 - \Delta t^3b_0 = -y(k_4-3)$$

$$M = \begin{pmatrix} y(k_1) & y(k_1-1) & y(k_1-2) \\ y(k_2) & y(k_2-1) & y(k_2-2) \\ y(k_3) & y(k_3-1) & y(k_3-2) \\ y(k_4) & y(k_4-1) & y(k_4-2) \end{pmatrix}, m = \begin{pmatrix} -y(k_1-3) \\ -y(k_2-3) \\ -y(k_3-3) \\ -y(k_4-3) \end{pmatrix},$$

$$M^{-1}m = \begin{pmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ b_0 \end{pmatrix}$$

В результате идентификации были получены искомые коэффициенты:

a_2=8,5; a_1=0,55; a_0=0,026; b_2=141; b_1=-1,5; b_0=2,4.

Искомая передаточная функция (уравнение tf-формы) принимает вид:

$$H(s) = \frac{141s^2 - 1.5s + 2.4}{s^3 + 8.5s^2 + 0.55s + 0.026}$$

Результаты моделирования в среде MATLAB переходных характеристик процесса на основании данных эксперимента и полученной математической модели представлены на рисунке 1.

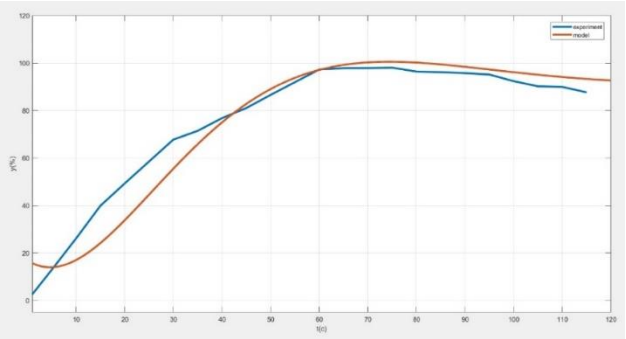


Рис. 1. Переходные характеристики процесса по эксперименту и передаточной функции

Полученная математическая модель адекватно описывает эксперимент, что удовлетворяет требованию, предъявляемому к ней.

Для проверки обязательного требования к линейным системам на устойчивость, управляемость и наблюдаемость, необходимо полученную передаточную функцию (tf-модель) записать в виде уравнения пространств состояний (ss-модель) [9].

В результате преобразования система, представленная в ss-модели, имеет вид:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du' \end{aligned} \quad (3)$$

где A – матрица системы, B – матрица управления, C – матрица выхода, D – матрица прямой связи равны:

$$A = \begin{bmatrix} -8.5 & -0.55 & -0.208 \\ 1.0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.125 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 16 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, C = [8.8125 \quad -0{,}0938 \quad 1.2], D = 0. \quad (4)$$

Следуя определению управляемости и наблюдаемости [10,11], ранг матрица управляемости равен $\mathrm{rank}\, Q_u = 3$, что говорит об устойчивости системы.

По аналогии с управляемостью, сформулирован алгебраический критерий наблюдаемости. $\mathrm{rank}\, Q_n = 3$, матрица имеет полный ранг, следовательно, система полностью наблюдаема.

Анализ модели показал соответствие условиям и требованиям к характеру функционирования её в заданном режиме.

Полученная математическая модель процесса помола может быть использована для синтеза LQG регулятора.

Согласно принципу разделения, на котором основывается решение задачи LQG [1], оптимальное решение задачи в стохастической постановке с обратной связью по выходу может быть сведено к решению задачи в детерминированной постановке с обратной связью по состоянию. При этом вектор состояния в регуляторе может быть заменен вектором его оценок с минимизацией среднего квадрата ошибки. Решение исходной задачи распадается на решение двух задач более простого вида:

–разработка линейного квадратичного регулятора (LQR);
–создание оптимального наблюдателя (LQE).
На рисунке 4 представлена конфигурация системы LQG.

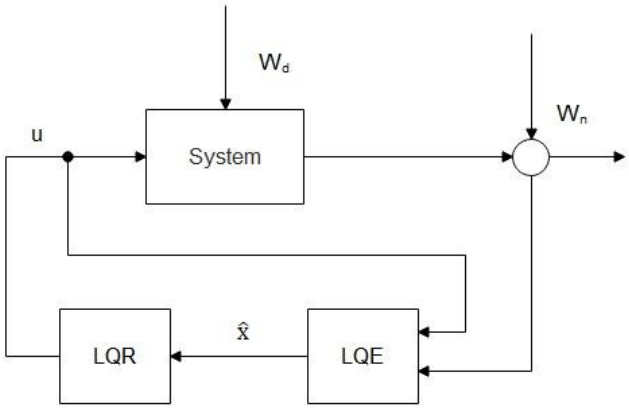


Рис. 4. Конфигурация системы LQG.

Принимая во внимание шум процесса и измерения, модель системы в пространстве состояний имеет вид:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu + W_d \\ y &= Cx + W_n \end{aligned}, \quad (5)$$

где W_d – шум процесса, W_n – шум измерений.
Оба моделируются как белый шум с гауссовым распределением. Система (5) является наблюдаемой и управляемой.

LQR регулятор

LQR - это тип оптимального управления, основанный на представлении в пространстве состояний (3). Эффективность регулирования измеряется интегральным квадратичным функционалом в виде:

$$J(u) = \int_0^\infty \left(x^T Q x + u^T R u\right) dt.$$

Весовые матрицы Q и R задаются пользователем и определяют компромисс между эффективностью регулирования (скорость перехода к нулю) и усилием управления [11,12]. Первый шаг разработки ищет закон обратной связи по состоянию, который минимизирует интегральный квадратичный функционал. Это усиление называется LQ-оптимальным усилением. На рисунке 5 представлена конфигурация системы LQR.

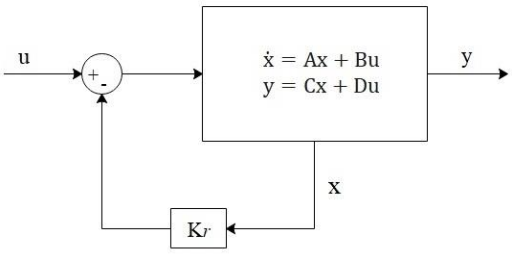


Рис. 5. Конфигурация системы LQR

В настоящее время не существует единого метода, который подходит всем для выбора веса Q и R; настройка их интуитивна. Возможно просто начать с матрицы идентификаторов для Q и R, а затем настроить их методом проб и ошибок и интуицией в системе.

При разработке контроллера LQR функция lqr в среде MATLAB может использоваться для определения значения вектора K_r, который определяет закон управления с обратной связью. Это делается путем выбора двух значений параметра: $R = 1000$ и $Q = C^T * C$, где C^T - транспонирование

матрицы C из уравнений состояния (4). Контроллер может быть настроен путем замены ненулевых элементов в матрице R, что делается в коде m-файла [13,14].

$R = 1000;$

$$Q = \begin{bmatrix} 77.6602 & -0.8262 & 10.5750 \\ -0.8262 & 0.0088 & -0.1125 \\ 10.5750 & -0.1125 & 1.4400 \end{bmatrix};$$

$K_r = lqr[A, B, Q, R];$

Следовательно, путем настройки значений получаются следующие значения матрицы $K_r = [-0.0706 - 0.0191 - 0.0271]$. Для этого случая значения Q и R выбраны из условий, удовлетворяющих проектным требованиям, сохраняя при этом максимум степени устойчивости.

Чтобы уменьшить ошибку установившегося состояния выхода системы, после задания следует добавить значение постоянного усиления N_{bar} [13,14]. Следует рассчитать установившееся значение состояний, умножить его на выбранное усиление K и использовать новое значение в качестве эталона для расчета входных данных. N_{bar} можно найти с помощью пользовательской функции, которую можно использовать в m-файле кода. Метод, использованный в работе по моделированию, выполняется путем экспорта как значения матрицы K, так и постоянного усиления. Для данной конструкции регулятора значение постоянного усиления определяется как $N_{bar} = 3.1087$.

Для сравнения приведены результаты моделирования системы при их значениях R (рисунок 6):

a) $R_n = 1000 \rightarrow K_r = [-0.0706;\ -0.0791; -0.0271;\ 3.1087\ ];$

b) $R_n = 100 \rightarrow K_r = [-0.4996;\ -0.0305;\ -0.1077;\ 9.3544].$

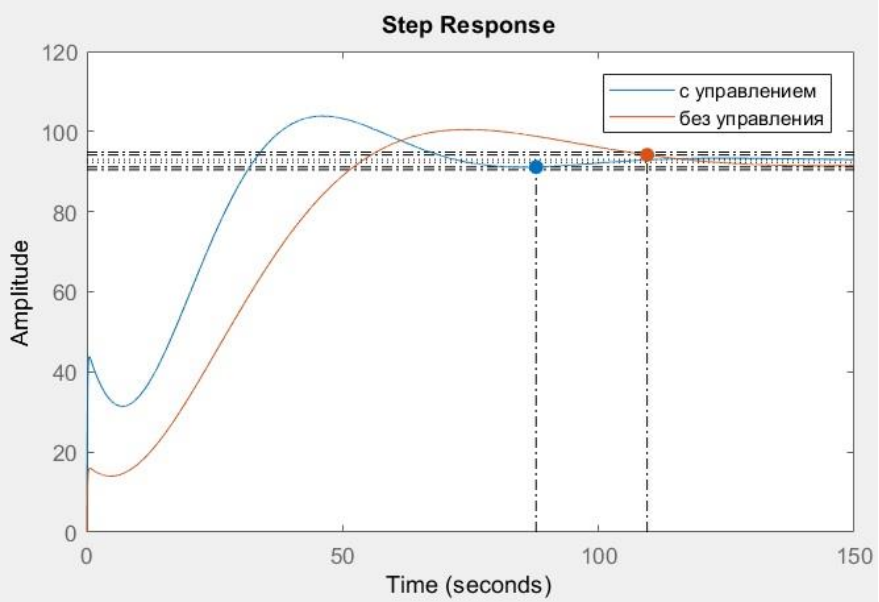


Рис. 6. Переходный процесс в системе без управления и с управлением LQR при условии $R_n = 1000$

Очевидно, что при использовании управления LQR время переходного процесса в системе сокращается. Регулятор обладает большей мощностью Сравнение процессов позволяет заключить, что в первом варианте более интенсивная работа обратной связи повышает точность управления

Фильтрация Калмана

Фильтр Калмана - это выполнимый подход к оценке, который может объединить многочисленные сенсорные измерения, чтобы обеспечить относительно точные результаты [15]. Фильтр Калмана, в некотором смысле, может минимизировать среднее значение квадрата ошибки из серии измерений с шумом. Фильтр Калмана обеспечивает оптимальный алгоритм обработки рекурсивных данных, который работает таким образом, что текущее оценочное значение состояния определяется предыдущим оцененным значением состояния и текущими измеренными данными вместо полных измеренных данных [1].

На рисунке 8 представлена конфигурация фильтра Калмана.

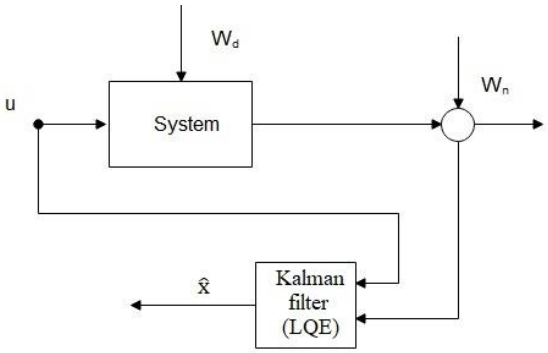


Рис. 8. Конфигурация фильтра Калмана.

Фильтр Калмана является оптимальной оценкой при работе с гауссовским белым шумом. В частности, он минимизирует асимптотическую корреляцию ошибки оценки $\varepsilon = \mathrm{x} - \hat{\mathrm{x}}$ (6).

$$\lim_{t\to\infty} \mathrm{E}((\mathrm{x}-\hat{\mathrm{x}})(\mathrm{x}-\hat{\mathrm{x}})^{\mathrm{T}})$$

Уравнения ошибки измерения можно записать:

$$\dot{\varepsilon} = (\mathrm{A} - \mathrm{LC})\varepsilon$$

LQ-оптимальная обратная связь по состоянию $\mathrm{u} = -\mathrm{K_r x}$ не может быть реализована без полного измерения состояния. Однако мы можем вывести оценку состояния $\hat{\mathrm{x}}$ так, чтобы $\mathrm{u} = -\mathrm{K_r}\hat{\mathrm{x}}$ оставалась оптимальной для задачи обратной связи. Эта оценка состояния генерируется фильтром Калмана.

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{dt}}\hat{\mathrm{x}} = \mathrm{A}\hat{\mathrm{x}} + \mathrm{Bu} + \mathrm{L}(\mathrm{y} - \mathrm{C}\hat{\mathrm{x}} - \mathrm{Du}),$$

При разработке ковариационные матрицы шума процесса V_{d} и шума измерения $\mathrm{V_n}$ задаются соответственно:

$$\mathrm{E}(\mathrm{WW}^{\mathrm{T}}) = \mathrm{V_d},\ \mathrm{E}(\mathrm{VV}^{\mathrm{T}}) = \mathrm{V_n}$$

где W^{T} и V^{T} представляют транспонированные матрицы шума процесса $\mathrm{W_d}$ и шума измерений $\mathrm{V_n}$ соответственно; математическое ожидание E (ε) является ожидаемым значением ε.

Рассмотрим систему вида (5):

При разработке фильтра Калмана функция kalman в среде MATLAB может использоваться для определения массива с искомой матрицей L фильтра Калмана.

Оценим поведение системы при условии воздействия на неё гауссовских «белых шумов» W и V с постоянными спектральными плотностями $\mathrm{W_d} = 0.3$ и $\mathrm{V_n} = 3000$, а также $\mathrm{W_d} = 0.3$ и $\mathrm{V_n} = 3$. Настройка фильтра производится путем изменения данных значений в коде m-файла [13,14].

$\mathrm{L} = \mathrm{kalman}[\mathrm{sys}, \mathrm{W_d}, \mathrm{V_n}];$

В результате моделирования системы имеем следующие значения компонентов матрицы $\mathrm{L} = (\mathrm{l_1}, \mathrm{l_2}, \mathrm{l_3})'$ оптимального наблюдателя:

a) $\mathrm{Q_n} = 0.3, \mathrm{R_n} = 3000 \rightarrow L = [0.1109;\ 0.0062; 0.0404\ ];$

b) $\mathrm{Q_n} = 0.3, \mathrm{R_n} = 3 \rightarrow L = [14.2090;\ -0.0597; 0.2679\ ].$

Наилучшие результаты достигаются при значении коэффициентов наблюдателя для первого варианта. Здесь качество фильтрации сигнала значительно выше. Результат работы фильтра показан на рисунке 8.

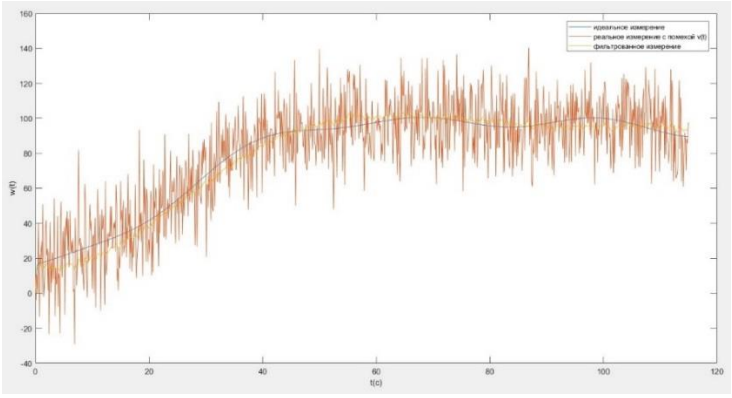


Рис. 8. Соединение объекта и фильтра при значениях $\mathrm{W_d} = 10000, \mathrm{V_n} = 3000$

LQG регулятор.

Учитывая асимптотическую ковариацию ошибки $\varepsilon = x - \hat{x}$ и значения оптимального регулятора $u = -K_r\hat{x}$ уравнения состояние объекта записываем [16]:

$\dot{x} = Ax - BK_r\hat{x} + W_d$, (6)

$\hat{x} = x - (x - \hat{x})$, (7)

Подставляя выражение (7) в уравнение динамики системы (6) получаем:

$\dot{x} = Ax - BK_rx + BK_r(x - \hat{x}) + W_d$, (8)

Уравнение динамики ошибки принимает вид:

$\dot{\varepsilon} = (A - LC)\varepsilon + W_d - LW_n$, (9)

Учитывая принцип разделения, совмещённая динамика управления LQR и фильтра Калмана принимает вид:

$$\frac{d}{dt}\begin{bmatrix} x \\ \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (A - BK_r) & BK_r \\ 0 & (A - LC) \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x \\ \varepsilon \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I & 0 \\ I & -L \end{bmatrix}\begin{bmatrix} W_d \\ W_n \end{bmatrix}$$

Результат работы

−на основе эксперимента, построена математическая модель процесса помола в планетарной мельнице в tf-форме и ss-форме;

−проведён анализ частотных характеристик системы;

−разработан оптимальный регулятор управления;

−разработан фильтр Калмана.

Результаты проведённых исследований, моделирования и анализа показывают, что LQG обеспечивает точное управление, а фильтр Калмана является оптимальной оценкой при работе с гауссовским белым шумом. Оптимальная оценка обеспечивает альтернативное обоснование выбора коэффициентов усиления наблюдателя в текущем оценщике, который основан на характеристиках наблюдателя при наличии технологического шума и ошибок измерения.

Заключение

Оптимальное управление технологическим процессом измельчения поддерживает заданное значения качества помола. Цель работы достигнута.

Оптимальный контроллер для планетарной мельницы был разработан в среде MATLAB для реализации интеллектуального управления технологическим процессом тонкого помола.

Особый интерес в работе вызывает то, данный метод управления не применялся к такому типу объектов управления. При синтезе регулятора производись научные исследования технологического процесса помола, что обеспечило результат, удовлетворяющий поставленной цели.

На основании приведенных выше результатов моделирования разработанной интеллектуальной системы в конкретных технологических ситуациях можно утверждать, что синтезированный способ управления по сравнению с существующим на сегодняшний день традиционным способом управления процессом измельчения рудных материалов позволит получить существенную, по крайней мере на 10%, экономию по энергозатратам при сохранении высокой производительности мельницы по загрузке.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Веремей Е. И. Линейные системы с обратной связью. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448 с.

[2] Атанов С.К., Бигалиева А.З., Применение компьютерных технологий для расчёта степени помола сырья на примере планетарной мельницы. // Труды университета. 2018. №4. С. 139-144.

[3] Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. М.: Химия. 2003. 360 с.

[4] Королев Л.В., Бытев Д.О. Уравнение кинетики измельчения с произвольным законом распределения времени ожидания // Моделирование и анализ информационных систем. 2012. №2. С. 53 – 61.

[5] Падохин В.А., Зуева Г.А. Стохастические модели измельчения дисперсных материалов // Теоретические основы химической технологии. 2009. №5. С. 586 – 594.

[6] K. J. Aström, R. M. Murray. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. – Princeton Univeristy Press, 2010 – 408p.

[7] Бойков И.В., Кривулин Н.П. Методы идентификации динамических систем // Программные системы: теория и приложения. 2014. Т. 5. № 5-2(23). С. 79-96.

[8] B. Bamieh and L. Giarré. Identification of linear parameter varying models. Int. J. Rob. Nonl. Cont., 12:841–853, 2002.

[9] S. Skogestad, I. Postlethwaite. Multivariable Feedback Control: Analysis and Design –Wiley, 2005 – 608p.

[10] J. C. Doyle, B. A. Francis, A. R. Tannenbaum. Feedback Control Theory. – Dover Publications, 2013 – 226p.

[11] T. Bateman, B. Blakeley, A. Dean, J. Hanft, M. Sheek. UAV Stability Augmentation System (USAS) // Procedia Engineerning – University of Colorado, 2014. – 245-257p.
[12] R. F. Stengel. Optimal Control and Estimation. – Dover Publications. Reissue edition, 2012 – 672p.
[13] Aly El-Osery. MATLAB Tutorial. http://www.ee.nmt.edu/ – 2004
[14] Курбатова Е.А. MATLAB 7. Самоучитель. М: Вильямс. 2005. 256 с.
[15] M. Grewal, A. Andrews. Kalman Filtering Theory and Practice Using MATLAB. 4th ed. – John Wiley & Sons, 2015 – 617p.
[16] Ч. Филипс, Р. Харбор. Системы управления с обратной связью. М.: Лаборатория базовых знаний, 2001 – 616 с.

Атанов С.К. , Бигалиева А.З.

Тегістеу процесін басқаруға арналған оңтайлы LQG контроллерін жасау және модельдеу

Түйіндеме: Мақала жұқа тегістеу технологиялық процесін саналы түрде басқаруға арналған сызықты-квадраттық контроллердің (LQR) әзірленуін ұсынады. LQR реттегіші диірмен шығарудың сапасын бақылауға арналған. Әзірленген LQR контроллері жүйенің динамикасын ескереді. Жұмыс барысында контроллердің құрылымы ұсынылған, оңтайлы кіріс матрицасын табуға LQR тәсілі сипатталған, сондай-ақ LQR-де қолданылатын квадраттық интегралдық функция туралы түсінік берілген. LQR жобалау алгоритмі қолданылады және модельдеу нәтижелері келтірілген. Модельдеу MATLAB ортасында жүзеге асырылады.

Түйінді сөздер: LQR реттегіші, зияткерлік басқару, кері байланыс жүйелері, процестерді басқару.

УДК 628.38

N.K. Bulatov[1], A.E. Toilybayev[2], Zh.T. Bulatova[1]
([1]A.Myrzakhmetov Kokshetau university, Kokshetau, Kazakhstan,
[2]Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan
E-mail: nurzhan_b_80@mail.ru, asylbek.toylybaev@mail.ru, zhakotai_85@mail.ru)

INVESTIGATION OF METHANE YIELD IN A BIOREACTOR OPERATING ON THE PRINCIPLE OF COMPLETE MIXING

Abstract The question of a possibility of high-quality use of modern technologies of processing of organic waste with allocation of useful products is investigated. The industrial equipment by development of mathematical model and also justification of the gained economic effect offered a solution as the prospect of application of the received model is shown.

Key words: bio-energetics, green power, mechanical engineering, biogas technologies, waste management, biomass.

Н.К. Булатов[1], А.Е. Тойлыбаев[2], Ж.Т. Булатова[1]
([1]Кокшетауский университет имени А.Мырзахметова, Кокшетау, Республика Казахстан,
[2]**Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан**
E-mail: nurzhan_b_80@mail.ru, asylbek.toylybaev@mail.ru, zhakotai_85@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДА МЕТАНА В БИОРЕАКТОРЕ, РАБОТАЮЩЕМ ПО ПРИНЦИПУ ПОЛНОГО СМЕШИВАНИЯ

Аннотация. Исследуется вопрос о возможности качественного использования современных технологий переработки органических отходов с выделением полезных продуктов. Показана технологическая оснастка предлагаемого пути решения разработкой математической модели, а также обоснованием полученного экономического эффекта как перспективу применения полученной модели.

Ключевые слова: биоэнергетика, зеленая энергетика, машиностроение, биогазовые технологии, управление отходами, биомасса.

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе приведено численное исследование показателей выхода метана при работе биореактора метанового брожения проточного типа, работающий по принципу полного смешения (типа SCTR) [1, 2]. В идеализированном случае, работа такого типа биореактора описывается известной математической модели хемостата [3, 4]. Принцип действия хемостата и его схема приведена в работе [5].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В таблице 1 приведены принятые в расчете величины начальных концентраций СОВ смеси субстратов S_0, степени распада органического вещества $E_{VS,time}$, максимального удельного выхода метана $Q_{CH4,time}$ начальных эквивалентных концентраций ацетата $S_{ACS,0}$, коэффициентов пропорциональности $K_{VS/ACS}$ и $K_{ACS/VS}$ и кинетических параметров k_{max} и K_S, которые установлены по результатам экспериментальных исследований периодического процесса метанового брожения смесей НС и СК. Выход клеточной массы ацетокластических метаногенов принято 0,04 $г_{к.м.}/г_{экв.}$ACS.

Таблица 1. **Исходные данные для численного исследования показателей выхода CH_4 в биореакторе проточного типа CSTR**

Показатель	Значение показателя при доле СОВ СК в смеси с НС, %					
	0	15	30	50	75	100
S_0	47,6	61,0	79,2	108,0	159,6	279,3
$E_{VS,time}$	61,7	57,2	56,2	56,4	54,4	45,1
$Q_{CH4,time}$	0,4227	0,4032	0,3755	0,3514	0,3399	0,2699
$K_{VS/ACS}$	0,7322	0,7154	0,7612	0,8169	0,8144	0,8689
$K_{ACS/VS}$	0,8423	0,8	0,7378	0,6904	0,6679	0,5183
$S_{ACS,0}$	44,1	53,7	64,3	82,0	117,3	159,2
k_{max}	0,0623	0,0785	0,0862	0,088	0,082	0,0725
K_S	18,0	21,2	23,1	25,6	33,7	36,7

На рисунке 1 и рисунке 2 представлены графические зависимости удельной скорости выхода CH_4 от величины органического и гидравлического нагрузки, соответственно, при сбраживании смесей НС и СК в биореакторе типа CSTR.

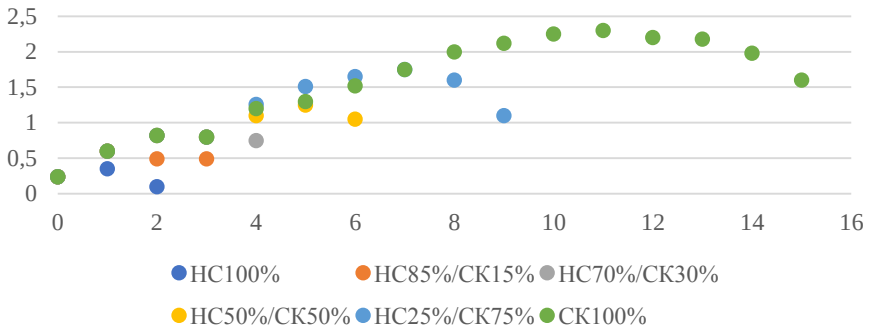


Рис. 1. Зависимость удельной скорости выхода CH_4 от R_{VS}

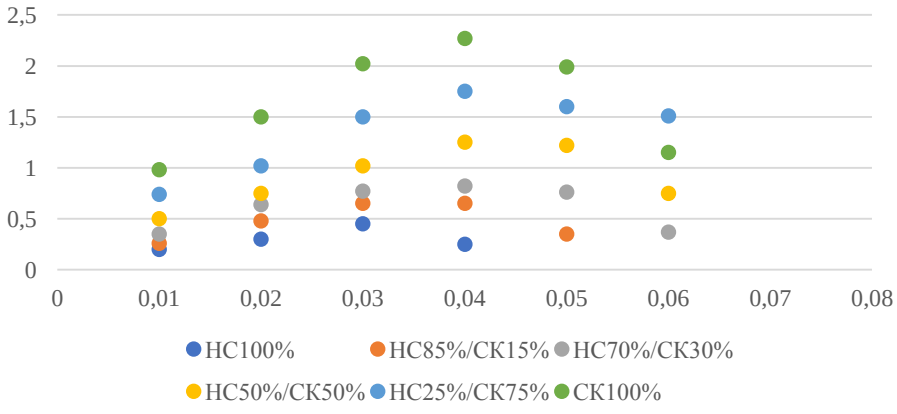


Рис. 2. Зависимость удельной скорости выхода CH_4 от D: 1 - ГС100%

Видно, что при увеличении доли СОВ СК в смеси, значительно возрастает величина удельной скорости выхода CH_4, что хорошо коррелируется с результатами экспериментальных исследований в периодическом процессе метанового брожения.

Так, при моно-сбраживании НС наивысшее значение этого показателя составит 0,417 нм^3CH_4/м^3/сутки и будет достигнуто при продолжительности процесса 34,8 суток и соответствующем органическом нагрузке 1,37 кг СОВ/м^3/сутки. Такой показатель выхода CH_4 нельзя считать достаточно эффективным, поскольку для приемлемой экономической эффективности биогазовой установки он должен составлять не менее 0,5 нм^3CH_4/м^3/сутки. Увеличение концентрации органического вещества в навозных стоках в 1,5 раза до 71,4 г СОВ/кг позволило бы повысить удельную скорость выхода CH_4 на 83,7% до 0,766 нм^3CH_4/м^3/сутки (без учета фактора ингибирования повышенным содержанием аммонийного азота), что указывает на целесообразность, с точки зрения производства биогаза, предотвращения попадания избыточного количества воды в навозные отходы. Разбалансировка процесса метанового брожения вследствие полного вымывания метаногенов может наблюдаться при гидравлической нагрузке 0,049 1/сутки, что соответствует органической нагрузке 3,495 кг СОВ/м^3/сутки.

При добавлении к НС 15% СК (по СОВ) наибольшее значение удельной скорости выхода CH_4 вырастет на 56,1% до 0,651 нм^3CH_4/м^3/сутки при органической нагрузке 2,28 кг СОВ/м^3/сутки. Дальнейшее увеличение доли СОР СК до 30% позволяет повысить скорость выхода CH_4, в сравнении с моно-сбраживанием НС, на 115,7, до 50% – в 2 раза, и до 75% – в 3,2 раза.

Числовые исследования выявили разницу в значениях удельной скорости выхода CH_4 между различными типами смесей является тем большей, чем больше величина гидравлической нагрузки. Прирост такой разницы, при величинах D, близких к D_{lim}, становится заметно меньше, особенно при сравнении смесей с более высоким содержанием СК.

В таблице 2 сведены рассчитанные значения $P_{CH4,max}$, и соответствующие им значения показателей R_{VS}, D, Q_{CH4}, E_{CH4} а также минимальные сроки процесса сбраживания, отвечающие D_{lim} и соответствующие величине органической нагрузки.

Таблица 2. **Технологические режимы и показатели выхода CH_4 при P_{CH4}=max и P_{CH4}=0**

Показатель	Значение показателя при доле СОВ СК в смеси с НС, %					
	0	15	30	50	75	100
$P_{CH4,max}$	0,417	0,651	0,899	1,257	1,741	2,312
$D_{(PCH4→max)}$	0,0288	0,0367	0,0419	0,0451	0,0432	0.0411
$Q_{CH4(PCH4→max)}$	0,303	0,286	0,27	0,255	0,248	0,1984
E_{CH4}	71,7	70,9	71,9	72,6	72,9	75,2
$R_{VS(PCH4→max)}$	1,37	2,28	3,33	4,93	7,03	11,65
D_{lim}	0,0442	0,0563	0,0634	0,067	0,6368	0,0589
$R_{VS(D=Dlim)}$	2,1	3,43	5,02	7,24	10,16	16,46

Из данных, приведенных в таблице 2 видно, что при достижении высоких показателей удельной скорости выхода CH_4 степень конверсии биодоступного органического вещества субстратов в биогаз составляет лишь 70,9-72,9%. Обеспечение высочайшей удельной производительности единицы объема биореактора не позволяет в полной мере использовать потенциал производства биогаза из внесенных субстратов. Следовательно, критерий для выбора технологического режима, в котором удельная скорость выхода CH_4 с единицы объема биореактора достигает возможного максимума, может быть не оптимальным.

При увеличении концентрации СОВ СК в смеси заметно увеличивается величина предельной гидравлической нагрузки D_{lim}. Это указывает на положительную роль добавления СК к жидким навозным отходам в обеспечении устойчивого процесса метаногенеза в более широком диапазоне величин гидравлических нагрузок.

Увеличение степени конверсии органического вещества достигается при увеличении длительности процесса и соответствующем снижении органической нагрузки (рис. 3, рис. 4).

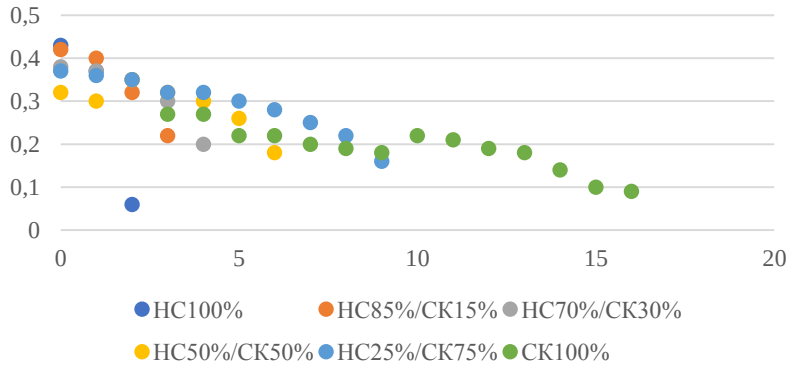


Рис. 3. Зависимость удельного выхода CH_4 на 1 кг СОВ от R_{VS}

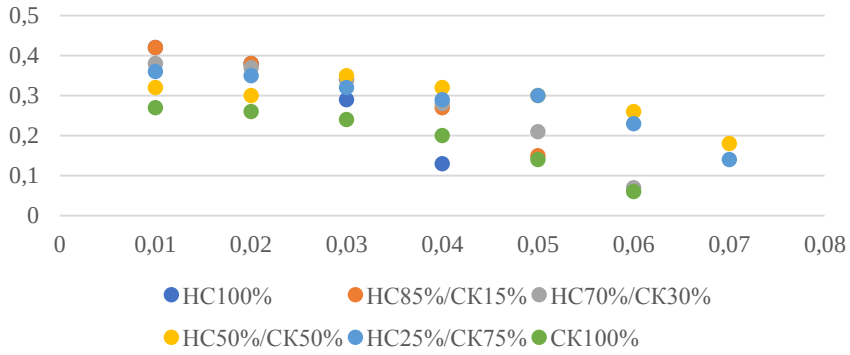


Рис. 4. Зависимость удельного выхода CH_4 на 1 кг СОВ от D

Впрочем, увеличение продолжительности процесса после достижения максимального значения показателя скорости выхода CH_4 ведет к пропорциональному уменьшению последнего, а поэтому может быть целесообразным только до определенного предела.

Составление материального баланса органического вещества субстрата и клеточной массы консорциума бактерий в реакторе позволяет определить предельный режим органической нагрузки биореактора, при котором может наблюдаться критическое субстратное ингибирование процесса метанового брожения. [6, 7]

В ходе экспериментальных исследований было выявлено, что предельным соотношением органического вещества смеси НС25%:СК75%, при котором скорость образования CH_4 является близкой к нулевой, является 30 гСОВ/$г_{к.м.}$. С определенным допущением, можно принять данную величину как предельную для всех исследуемых типов смесей.

На рис. 5-10 представлены результаты численного исследования материального баланса органического вещества субстрата и клеточной массы консорциума бактерий в реакторе при сбраживании различных типов смесей НС и СК.

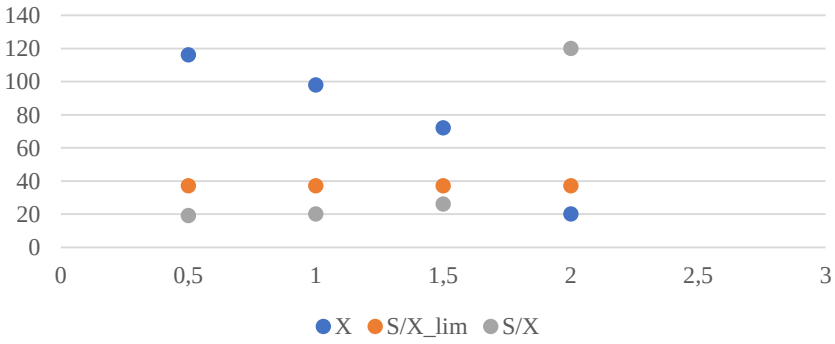


Рис. 5. Материальный баланс органического вещества и клеточной массы бактерий при сбраживании моно-субстрата НС100%

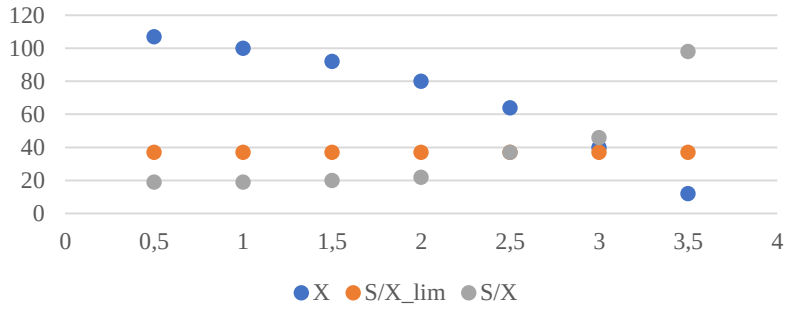


Рис. 6. Материальный баланс органического вещества и клеточной массы бактерий при сбраживании смеси НС85%СК15%

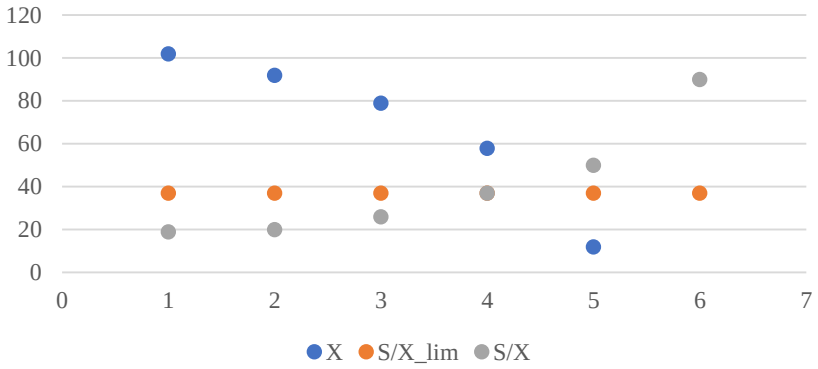


Рис. 7. Материальный баланс органического вещества и клеточной массы бактерий при сбраживании смеси НС70%СК30%

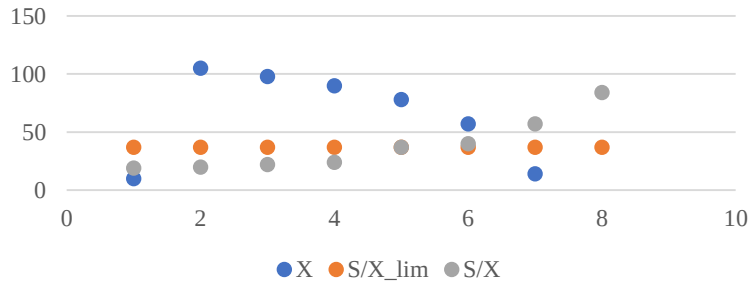


Рис. 8. Материальный баланс органического вещества и клеточной массы бактерий при сбраживании смеси НС50%СК50%

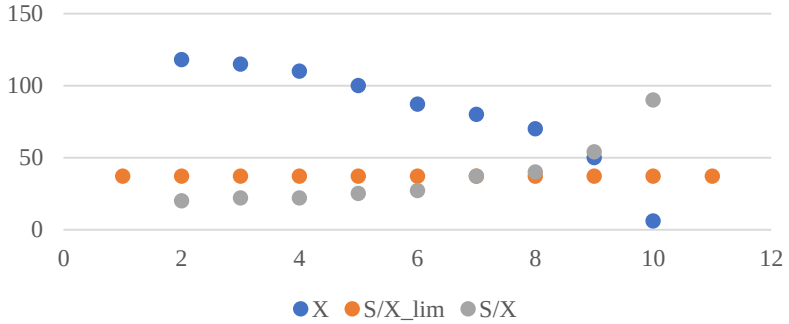


Рис. 9. Материальный баланс органического вещества и клеточной массы бактерий при сбраживании смеси НС25%СК75%

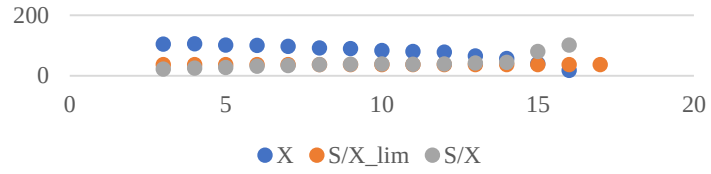


Рис. 10. Материальный баланс органического вещества и клеточной массы бактерий при сбраживании СК100%

С увеличением доли СОВ СК в смеси с НС увеличивается R_{VS}, при которой величина соотношения S/X достигает предельного значения 30 гСОВ/$г_{к.м.}$. Так, при моно-сбраживании НС предельная R_{VS} составляет 1,6 кгСОВ/$м^3$/сут, при сбраживании смеси НС85%:СК15%–2,6 кгСОВ/$м^3$/сутки, ГС70%:СК30%–3,6 кгСОВ/$м^3$/сут, НС50%:СК50%–5,2 кгСОВ/$м^3$/сутки, НС25%:СК75% – 7,1 кгСОВ/$м^3$/сут, СК100% – 8,2 кгСОВ/$м^3$/сут.

Добавление СОВ СК в смеси с НС позволяет поддерживать более высокие концентрации клеточной массы консорциума бактерий. При моно-сбраживании НС с содержанием СВ 5,7% концентрация клеточной массы бактерий, даже при длительном периоде, не превышает 3 $г_{к.м.}$/л, то при добавлении 75% СК (СОВ), такая концентрация может достигать 8 $г_{к.м.}$/л.

Адекватность величин показателей выхода CH_4 при сбраживании смесей НС по СК в биореакторе проточного типа CSTR, определенных путем численного исследования, проверяется путем их сопоставления с результатами собственных экспериментальных исследований, показателями действующих промышленных биогазовых реакторов. Для проверки адекватности использованных методик исследования показателей биогаза в периодическом процессе метанового брожения, метода определения кинетических параметров и метода численного исследования показателей выхода биогаза в биореакторе проточного типа CSTR были проведены аналитические и экспериментальные исследования, на основе даны рекомендации по выбору оптимальных технологических режимов и оценены показатели выхода биогаза для биогазовых установок.

Сопоставление показателей степени выхода CH_4 и степени распада СОВ субстратов во времени, оцененных по результатам численного исследования для реактора типа CSTR, и аналогичных показателей при сбраживании исследуемых смесей в периодическом процессе метанового брожения представлена на рис. 11-16.

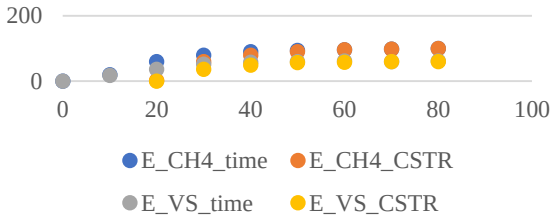


Рис. 11. Графическое сопоставление показателей эффективности распада органического вещества и выхода CH_4 во времени в периодическом и проточном режимах при сбраживании моно-субстрата НС100%

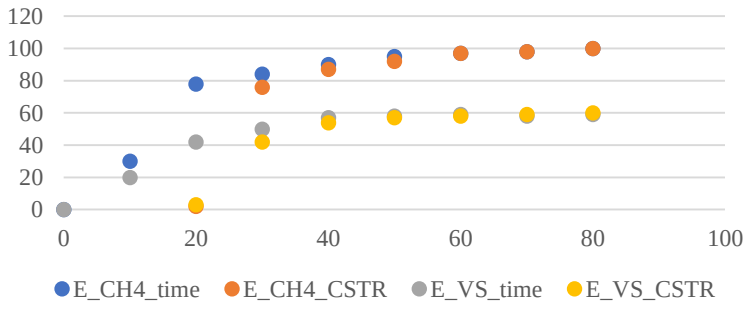


Рис. 12. Графическое сопоставление показателей эффективности распада органического вещества и выхода CH_4 во времени в периодическом и проточном режимах при сбраживании смеси НС85%:СК15%

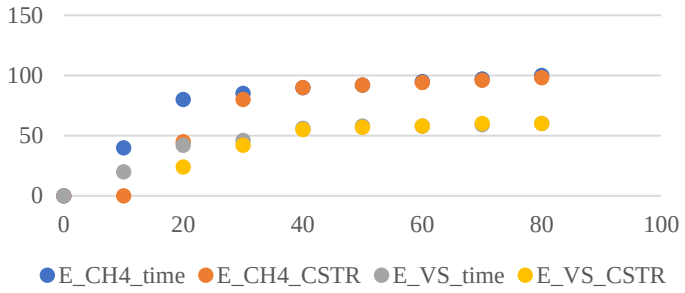


Рис. 13. Графическое сопоставление показателей эффективности распада органического вещества и выхода CH_4 во времени в периодическом и проточном режимах при сбраживании смеси НС70:СК30%

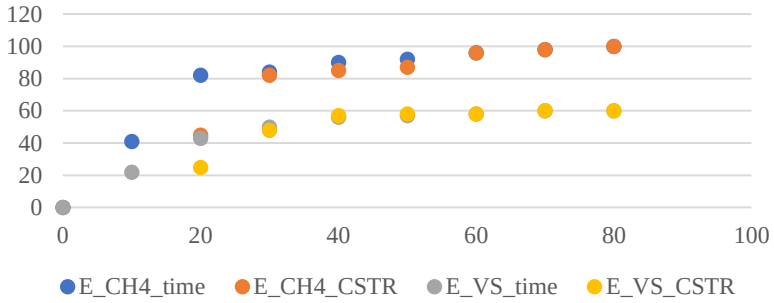


Рис. 14. Графическое сопоставление показателей эффективности распада органического вещества и выхода CH_4 во времени в периодическом и проточном режимах при сбраживании смеси НС50:СК50%

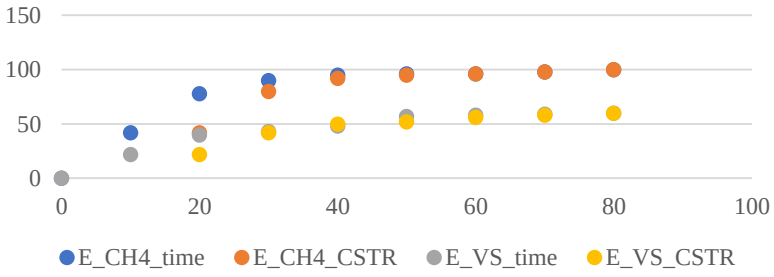


Рис. 15. Графическое сопоставление показателей эффективности распада органического вещества и выхода CH_4 во времени в периодическом и проточном режимах при сбраживании смеси НС25:СК75%

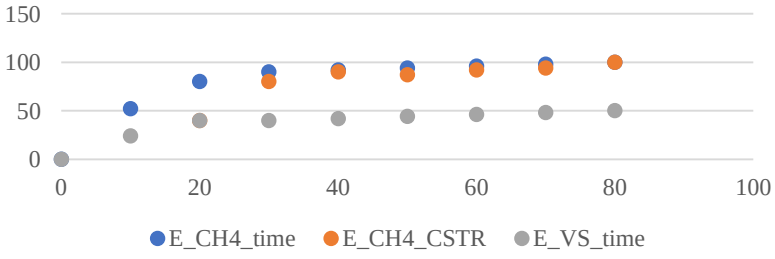


Рис. 16. Графическое сопоставление показателей эффективности распада органического вещества и выхода CH_4 во времени в периодическом и проточном режимах при сбраживании смеси СК100%

Результаты сопоставления показали, что при сбраживании всех исследованных типов смесей НС и СК в течение периода, за который достигается самый высокий показатель конверсии биодоступного органического вещества субстратов в биогаз, расхождение показателей E_{CH4} и E_{VS} не превышает 3% (табл. 3) и может считаться удовлетворительной.

Таблица 3. **Сходимость значений показателей E_{CH4} и E_{VS} при $T=T_{(Qch4\rightarrow max)}$ для периодического и проточного процесса метанового брожения смесей НС и СК**

Показатель		Сходимость показателей при доле СОВ СК в смеси с НС, %					
Значение	Размерность	0	15	30	50	75	100
Сходимость E_{CH4}	%	0,8	1,9	1,8	2,4	2,1	2,3
Сходимость E_{VS}	%	-0,1	1,5	2,4	3,0	2,7	2,9

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сходимость значений показателей E_{CH4} и E_{VS} наблюдается начиная с некоторой длительности процесса, что в случае, например, моно-сбраживания НС составляет 50-60 суток. При увеличении доли СК удовлетворительная сходимость достигается при заметно меньших длительности процесса-30-40 суток. Расхождение показателей при длительности сбраживания до 30 суток объясняется постоянным отводом порции сброженной массы, содержащей часть свежего субстрата и часть клеточной массы бактерий.

Результат является закономерным, поскольку при увеличении гидравлической нагрузки уменьшается концентрация бактерий в реакторе, вплоть до полного вымывания критической для процесса метанового брожения популяции ацетокластических метаногенов. В периодическом режиме сбраживания вынос бактериальной массы из реактора не происходит, а активный распад органического вещества происходит фактически с момента завершения акклиматизации бактерий к условиям реакционного среды.

Статья опубликована по проекту грантового финансирования МОН РК на 2018-2020 годы № AP05132295 «Разработка опытно-промышленной установки с оптимальной системой перемешивания и циркуляцией биомассы для анаэробного брожения различных органических отходов и производства биогаза, органически-минеральных удобрений».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Barin A., Canha L. N., Magnago K. M., Matos M. A., Wottrich B. A Novel Fuzzy-Based Methodology for Biogas Fuelled Hybrid Energy Systems Decision Making. // In K. Gopalakrishnan, S. K. Khaitan, & S. Kalogirou (Eds.), Soft Computing in Green and Renewable Energy Systems. -Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. – P. 183–198.

[2] Vijay V.K., Kapoor R., Trivedi A., Narale P. Biogas Upgrading and Bottling Technology for Vehicular and Cooking Applications. // In N. J. Raju, W. Gossel, & M. Sudhakar (Eds.), Management of Natural Resources in a Changing Environment. – Cham: Springer International Publishing, 2015. – P. 135–153.

[3] Sunderasan, S. GoBiGas: Fueling the Biogas Movement. // In Cleaner-Energy Investments: Cases and Teaching Notes. - New Delhi: Springer India, 2015. – P. 189–197.

[4] Bora B.J., Saha U.K., Chatterjee S., Veer V. Effect of Load Level on Performance and Emission Characteristics of a Biogas Run Dual Fuel Diesel Engine. // In A. K. Saha, D. Das, R. Srivastava, P. K. Panigrahi, & K. Muralidhar (Eds.), Fluid Mechanics and Fluid Power - Contemporary Research. – New Delhi: Springer India, 2017. – P. 1497–1508.

[5] Bulatov N.K., Sarzhanov D.K., Elubaev S.Z., Suleymenov T.B., Kasymzhanova K.S., Balabayev O.T. Model of effective system of processing of organic wastes in biogas and environmental fuel production plant. // Food and Bioproduct processing, - 2019. - Vol. 115. – P. 194 – 207.

[6] Choi Y.S., Choi S.K., Kim S.J., Han S.Y., Jung D.S., Yoon T.H., Soysa R. Development of combined plant of biogas and bio solid-refuse-fuel from swine manure slurry. // Journal of Material Cycles and Waste Management, 20(1), 2018. – P. 369–374.

[7] Булатов Н.К., Балабаев О.Т., Саржанов Д.К., Сулейменов Т.Б., Акишев К.А. Разработка биогазовой установки (биореактора) с эффективной системой перемешивания и циркуляцией биомассы. // Вестник ПГУ им. С. Торайгырова (Энергетическая серия). - №4, 2018. – Павлодар: ПГУ им. С.Торайгырова. – С. 116 – 123.

Болатов Н.Қ., Тойлыбаев А.Е., Болатова Ж.Т.

Толық араластыру қағидасы бойынша жұмыс істейтін биореактордағы метанның шығуын зерттеу

Түйіндеме. Пайдалы өнімдерді алу арқылы органикалық қалдықтарды өңдеуде заманауи технологияларды сапалы пайдалану мүмкіндігін зерттеу сұрағы қарастырылған. Математикалық моделді жасау арқылы ұсынылған шешім жолының технологиялық қамтылуы көрсетіліп, алынған моделді қолдану перспективасы ретінде экономикалық тиімділігі дәлелденген.

Түйінді сөздер: биоэнергетика, жасыл энергетика, машина жасау, биогаз технологиялары, қалдықтарды басқару, биомасса.

УДК 004.912

D. Kaibassova
(Gumilov Eurasian national university,
Nur-Sultan, Kazakhstan№ e-mail: dindgin@mail.ru)

PRELIMINARY PROCESSING OF A COLLECTION OF WORKING EDUCATIONAL PROGRAMS OF DISCIPLINES FOR BUILDING A TEXT CORPUS

Abstract. Text data is found everywhere, the task is to learn how to use text data in machine learning algorithms: linear models, decision trees, neural networks. You must convert this character set to a fixed number of attributes. In this paper, we will discuss what transformations it makes sense to perform on the text before extracting features and building models. Two important preprocessing stages are considered: tokenization (splitting the text into separate "words") and normalization (converting words to the initial form), which are necessary for extracting features from the text. The paper sets the task of researching the method and software implementation of the selection of text documents, the content of the disciplines appropriate for the formation of the selected competencies of the educational program.

Key words: tokenization, normalization, lemmatization, stemming, data preprocessing, text corpus.

Д.Ж. Кайбасова
(г. Нур-Султан, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
e.mail: dindgin@mail.ru)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА КОЛЛЕКЦИИ РАБОЧИХ УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОРПУСА ТЕКСТОВ

Аннотация. Текстовые данные встречаются повсюду, задача — научиться использовать текстовые данные в алгоритмах машинного обучения: линейных моделях, решающих деревьях, нейронных сетях. Необходимо преобразовать этот набор символов в фиксированное количество признаков. В данной работе речь пойдёт о том, какие преобразования имеет смысл совершить над текстом, прежде чем извлекать признаки и строить модели. Рассмотрены два важных этапа предобработки: токенизация (разбиение текста на отдельные «слова») и нормализация (приведение слов к начальной форме), которые необходимы для извлечения признаков из текста. В работе ставится задача исследование метода и программная реализация отбора текстовых документов содержание дисциплин, соответствующих для формирования по выделенным компетенциям образовательной программы.

Ключевые слова: токенизация, нормализация, лемматизация, стемминг, предобработка данных, корпус текстов.

Введение. На сегодняшний день, возможности внедрения компонентов анализа естественного языка в широкий спектр прикладного программного обеспечения является актуальной. При этом естественные языки определяются не правилами, а контекстом использования, который требуется реконструировать для компьютерной обработки.

В качестве предмета исследования выступает рабочая учебная программа (силлабус), которая определяется как совокупность данных, характеризующих результаты обучения и содержание дисциплины. Такая информация включает в себя цели и задачи, содержание, а также результаты изучения дисциплины, к которым относятся знания, умения и навыки.

Для решения задачи исследования метода отбора текстовых документов, которые необходимы для организаций обучения по выделенным компетенциям образовательной программы, необходимо создание сложных интеллектуальных алгоритмов. Первая из них имеет целью выделение терминов, которые характеризуют заданную область научного знания, а вторая – определение сходства этих терминов с онтологией базы знания предметной области разработанной в работе [1]. Существуют стандартные подходы для извлечения ключевых фраз из отдельных документов на основе конкретных метрик.

Для начала рассмотрим, что такое корпус, корпус текстов.

Основные понятия. Корпус – это коллекция взаимосвязанных документов (текстов) на естественном языке [2]. В лингвистике корпус - подобранная и обработанная по определённым правилам совокупность текстов, используемых в качестве базы для исследования языка. Они

используются для статистического анализа и проверки статистических гипотез, подтверждения лингвистических правил в данном языке [3]. Авторы работы [4] рассматривают в широком смысле корпус текстов – как «сформированная по определённым правилам выборка данных из проблемной области», он является «видом корпуса данных, единицами которого являются тексты или их достаточно значительные фрагменты».

Текстовые корпуса представляют собой специально собранные коллекции документов, оснащенных текстовой разметкой, содержащей морфологическую, синтаксическую, семантическую или другую необходимую исследователю информацию [5, 15, 19]. Созданием крупных текстовых корпусов обычно занимаются исследовательские группы в специализированных институтах [6-7]. Изучив работы исследователей [8-14], можно утверждать что, несмотря на широкую применимость универсальных текстовых корпусов, необходимо создать более специальные коллекций для решения каких-либо частных задач. Так, постановкой задачи является извлечение данных из содержимого текстовых файлов коллекции рабочих программ дисциплин для построения специального корпуса. Решением задач, связанных с извлечение информации из текстов относиться к компьютерной лингвистике и машинного обучения с обработкой естественного языка (natural language processing).

Обработка естественного языка – это направление, которое изучает компьютерный анализ и синтез естественного языка [16]. Анализ естественного языка можно разбить на различные уровни (этапы). Каждый новый уровень, так или иначе, использует информацию, полученную с других нижестоящих уровней. Следующие уровни ориентированы на анализ текста [15]:

- лексический анализ – уровень обработки отдельных фрагментов естественного языка – лексем (слов). Этап включает в себя разделение на отдельные слова или предложения. Также может включать деобусфикацию искаженных слов, очистку от стоп-слов (шумовые слова, не несущие полезной информационной нагрузки) или преобразование в лексемы таких эмоционально значимых объектов, как смайлики;

- морфологический анализ – уровень обработки определенных характеристик слова – граммем (например, единственное или множественное число – граммема категории числа). Данный этап решает две основных прикладных задачи: лемматизацию – приведение слова к нормальной форме – лемме; стемминг – процесс нахождения основы слова (не обязательно корень слова);

- синтаксический анализ – уровень выделения групп слов и взаимосвязей между ними. Результатом данного процесса будет древовидная иерархия каждого предложения в тексте;

- семантический анализ – уровень смыслового анализа текста. Данный этап позволяет выделить сарказм или иронию из текста.

Исходя из вышеизложенного, анализ текста – это разбиение больших фрагментов текста на составляющие их компоненты: уникальные слова, общие фразы, синтаксические шаблоны, которые в последующем будут применены к ним статистические механизмы.

В работе [2] представляют, как стандартный конвейер типичного приложения данных реализует итеративный процесс, состоящий из двух этапов: сборки и развертывания, изображенный на рисунке 1, и который является отражением конвейера машинного обучения. На этапе сборки исходные данные преобразуются в форму, пригодную для передачи в модели и экспериментов с ними. На этапе развертывания происходит выбор моделей используемые для оценок и прогнозов для пользователей.

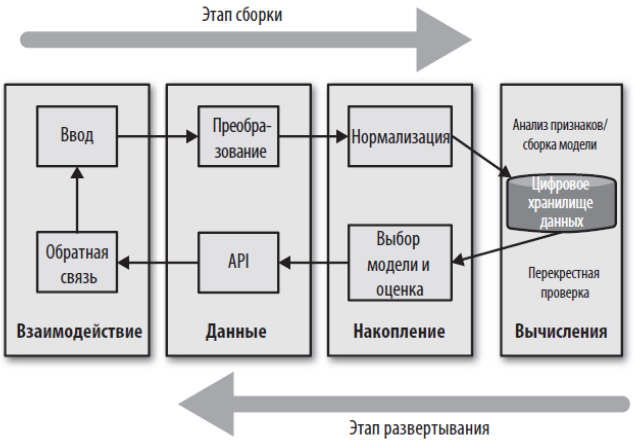


Рис. 1. Конвейер приложения данных

Первый этап решения задачи автоматической классификации текстов – это преобразование документов. На этом этапе документы, имеющие вид последовательности символов, преобразуются к виду, пригодному для алгоритмов машинного обучения в соответствии с задачей классификации. Обычно алгоритмы машинного обучения имеют дело с векторами в пространстве, называемом пространством признаков [17].

Вторым этапом является построение классифицирующей функции Ф` при помощи обучения на примерах. Качество классификации зависит и от того, как документы будут преобразованы в векторное представление, и от алгоритма, который будет применен на втором этапе. При этом важно отметить, что методы преобразования текста в вектор специфичны для задачи классификации текстов и могут зависеть от коллекции документов, типа текста (простой, структурированный) и языка документа. Методы машинного обучения, применяемые на втором этапе, не являются специфичными для задачи классификации текстов и применяются также в других областях, например, для задач распознавания образов.

Индексация и предобработка документа. Если рассматривать классическую задачу классификации, тогда она может быть разбита на два основных этапа:

1. Предобработка/ Индексация – отображает текст документа на его логическое представление, например, вектор весов $\vec{d_j}$, который затем подается на вход алгоритму классификации;

2. Классификация/ Обучение – описывает этап классификации документа или обучения на множестве документов, который основывается на логическом представление документа. Необходимо отметить, что для классификации и обучения может быть использован общий метод предобработки/индексации текстов.

Как уже было сказано выше, текст документа на логическое представление отображается на этапе предобработки.

Текст представляется в виде мультимножества слов, вернее термов. Множество всех термов обозначим

$$T = \{\tau_0,\ldots,\tau_{|T|}\}.$$

При этом, каждому терму $\tau_i \in T$ сопоставлен некоторый вес w_{ij}, $0 \le w_{ij} \le 1$, который характеризуется числом встречаемости этого слова в документе $d_j \in D$. Нужно отметить, что порядок слов не учитывается, учитывается только частота встречаемости слова в тексте, а также возможно, другие признаки, такие как: «слово встретилось в заголовке», «слово заключено в теги» и т.д. На основании этих признаков каждому слову в тексте сопоставляется его вес.

Логическое представление документа $\vec{d_j}$ в таком случае может быть получено извлечением всех значимых термов из всех документов *D* и присваиванием каждому терму документа $\vec{d_j}$ своего веса. Более формально, каждый документ представлен вектором n-мерной размерности

$$\vec{d_j} = \langle w_{1j},\ldots,w_{|T|j} \rangle,$$

где w_{ij} - вес i-го терма из множества термов *T* в документе $\vec{d_j}$ В итоге получаем n-мерное пространство векторов, которого называют *пространством признаков* для категории документов *D.* Каждый документ - это точка в пространстве признаков.

Количество термов встречающиеся в документах множества *D* — это размерность вектора. В связи с тем, что учитываются все слова, которые когда-либо встретились в документах, вектор документа имеет огромное количество координат, большинство из которых нули.

В таком случае, предобработка документа - это преобразование последовательности термов документа в n-мерное векторное пространство.

Итак, индексацией документа называют процесс получения вектора весов $\vec{d_j}$ для документа. Индексацию можно представить в виде трех этапов:

1. Извлечение термов *(Term extraction)* – на этом этапе применяются методы для поиска и выбора наиболее значимых термов в корпусе документов.

2. Взвешивание термов *(Term weighting)* – определение значимости терма для выбранного документа

3. Уменьшение размерности векторов (Dimensionality reduction) – процесс сокращения векторного пространства

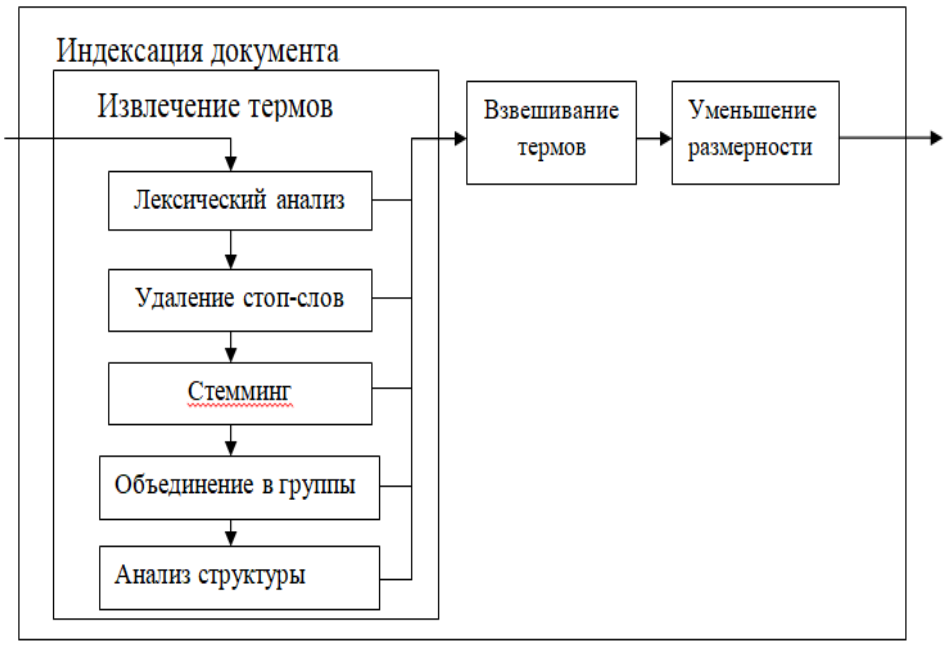


Рис. 2. Индексация документа

Извлечение термов. Процесс разбиения текста на более простые объекты называются извлечением термов, или извлечением признаков. Результатом данного процесса является множество термов *T*, которое будут использоваться для получения весовых характеристик документа.

Лексический анализ. В свою очередь, лексический анализ является первым шагом извлечения термов. На данном этапе отсеиваются все символы, которые не являются буквами, например: знаки препинания, цифры, скобки и html-теги и т.д.

Удаление стоп-слов. Слова, не несущие какой-либо самостоятельной смысловой нагрузки принято называть стоп-словами. К стоп-словам относятся предлоги, союзы и местоимения [18]. Для уменьшения размерности пространства термов индексатор не учитывает стоп-слов и удаляет их при анализе. Так же стоп-слова сильно влияют на отбор ключевых слов. Если их не удалить, они засоряют множество термов, так как встречаются часто в тексте.

Лемматизация и стемминг. Приведение каждого слова в документе к его нормальной форме называют лемматизацией [18]. Для приведения к нормальным формам текста на русском языке применяют:

- для существительных и прилагательных – именительный падеж, единственное число, мужской род;
- для глаголов, причастий и деепричастий – глагол в неопределенный форме.

Стемминг – отбрасывание изменяемых частей слов, главным образом, окончаний. Эта технология более простая, не требует хранения словаря слов или большого набора правил. Технология основана на правилах морфологии языка. Недостаток стемминга – это большое число ошибок. Стемминг хорошо подходит для английского языка, но хуже для русского [19]

Программная реализация

Для включения в корпус были обработаны коллекция рабочих учебных программ дисциплин (syllabus) по специальности «Информационные системы». В рамках данной работы, процесс создания текстового корпуса реализована с помощью открытых библиотек языка Python: NLTK, Pymorphy2, nltk.corpus.stopwords, string и docx для обработки документов MSWord. Предобработка и выбор текстов для корпуса проводились следующим образом:

1) из документов были удалены все разделы, кроме раздела «Тематический план дисциплины», т.е. извлечены данные из таблицы, а именно только из 1-столбца, где описано наименование и содержание темы:

```
table=doc.tables[1]
file_data=[]
rows=table.rows[1]
for row in table.rows:
    cell=row.cells[0]
    for para in cell.paragraphs:
        file_data.append(para.text)
```

2) были удалены все знаки препинания, проверив каждое слово на string.punctuation.

3) были исключены множество вспомогательных слов, они импортировались как стоп слова из библиотеки для работы с естественным языком NLTK:

```
stop_words=stopwords.words('Russian')
stop_words.extend(['Наименование', 'цель', 'изучения', 'введение',
                   'задача', 'дисциплина', 'раздела', 'темы','по',
                   'для', 'ИТОГО', 'лабораторная', 'работа',
                   'основной','№'])
tokens=[i for i in tokens if i not in stop_words]
```

4) все слова в документе были приведены к его нормальной форме.

Разработанная программа создает для каждого документа отдельный файл в формате .json с подготовленными данными (рисунок 3), которые будут использоваться для проведения работ следующего этапа развертывания данных.

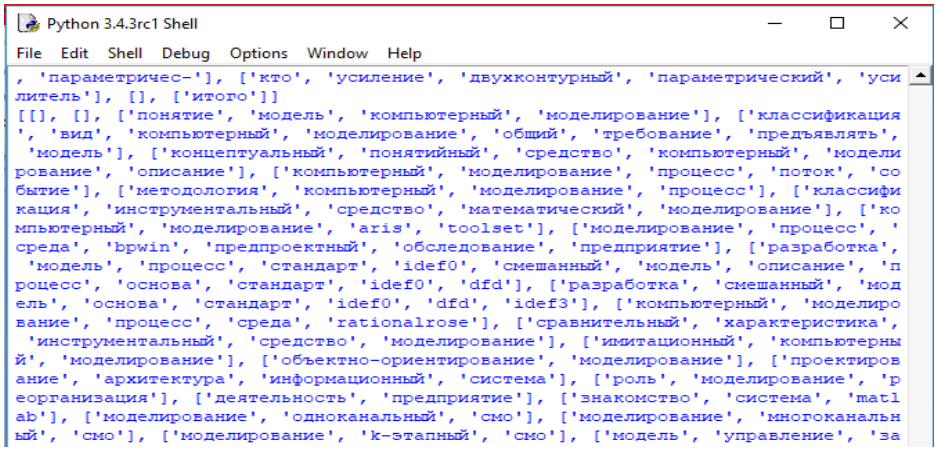


Рис. 3. Вывод токенов

Выводы. В результате работы был создан корпус текстов из документов рабочих учебных программ по дисциплинам специальности «Информационные системы». Была разработана программа для извлечения данных из документов и создания текстового корпуса. В перспективе планируется решение следующих задач:

1) пополнение данных, добавление текстов, расширение корпуса рабочих учебных программ;

2) создание словаря ключевых терминов предметной области для выявления соответствия компетенциям образовательной программы;

3) проведение эксперимента для тематического индексирования документа, определения его принадлежности какой-либо предметной области.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Ла Л.Л., Кайбасова Д.Ж. «Методы и модели описания предметной области для разработки интеллектуальной системы в контексте формирования образовательных траекторий», Вестник Семипалатинского государственного университета им. Шакарима, № 1(85)2019 стр. 78-83.

[2] Бенгфорт Б., Билбро Р., Охеда Т. Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки естественного языка. – СПб.: Питер, 2019. – 368 с.

[3] Википедиа: https://wiki.sc/wikipedia/ Корпус_текстов

[4] Глазкова А.В. Формирование текстового корпуса для автоматического извлечения библиографических фактов из русскоязычного текста, International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 7, no.1, 2019, стр.97-103

[5] Shang J. et al. Automated phrase mining from massive text corpora //IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. – 2018.

[6] Roll U., Correia R. A., Berger-Tal O. Using machine learning to disentangle homonyms in large text corpora //Conservation Biology. – 2018. – +. 32. – 9. 3. – ". 716-724.

[7] Campillos L., Deléger L., Grouin C., Hamon T., Ligozat A.-L., Névéol A. A French clinical corpus with comprehensive semantic annotations: development of the Medical Entity and Relation LIMSI annotated Text corpus (MERLOT) // Language Resources and Evaluation. – 2018. – Vol. 52(2). – ". 571-601.

[8] Uhrig P., Evert S., Proisl T. Collocation Candidate Extraction from Dependency-Annotated Corpora: Exploring Differences across Parsers and Dependency Annotation Schemes //Lexical Collocation Analysis. – Springer, Cham, 2018. – ". 111-140.

[9] Jia C. et al. Concept decompositions for short text clustering by identifying word communities //Pattern Recognition. – 2018. – +. 76. – ". 691-703.

[10] Sameen S. et al. Measuring Short Text Reuse for the Urdu Language //IEEE Access. – 2018. – +. 6. – ". 7412-7421.

[11] Sojka "., Líška M., Ružicka M. Building Corpora of Technical Texts: Approaches and Tools // Fifth Workshop on Recent Advances in Slavonic Natural Languages Processing, RASLAN. – Brno, 2011. – ". 71-82.

[12] LitvinovaT., Zagorovskaya O., Litvinova O. Russian text corpora for deception detection studies // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. - Vol. 5, 9 11. – ". 58-63.

[13] Zevakhina N., Dzhakupova S. Russian metalinguistic comparatives: a functional perspective// Working papers by NRU HSE. Series WP BRP "Linguistics". – 2015. – 9 39.

[14] Баранов, А.Н. Введение в прикладную лингвистику / А.Н. Баранов. – М.: диториал УРСС, 2001. – 358 с.

[15] Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных/ Е. И. Большакова, К. В. Воронцов, Н. Э. Ефремова и др. – Изд-во НИУ ВШЭ Москва, 2017. – 269 с.

[16] Bing Liu Handbook Of Natural Language Processing – Second Edition –Chapman & Hall/CRC, 2010. – 702 с.

[17] Агеев М. С. «Методы автоматической рубрикации текстов, основанные на машинном обучении знаниях экспертов» 2004

[18] «Глоссарий»//Веб-студия pawlov.info (http://www.pawlov.info/index.php/glossarij)

[19] Воронцов К. В. «Вероятностное тематическое моделирование» // Лекции по Машинному обучению, 2013

Кайбасова Д.Ж.

Мәтіндер корпусын қалыптастыру үшін пәндік оқу жұмыс бағдарламасы жинағын аладын ала өңдеу

Түйіндеме. Мәтіндік деректер барлық жерде кездеседі, міндет - мәтіндік мәліметтерді машиналық оқыту алгоритмдерінде: сызықтық модельдер, шешім ағаштары, нейрондық желілер қолдануды үйрену болып табылады. Алдымен, бұл таңбалар жинағын атрибуттардың белгіленген санына айналдыру керек. Бұл жұмыста мәтіннің ерекшеліктері мен модельдерін тұрғызбас бұрын мәтінде қандай түрлендірулер жасау керек екенін талқыланған. Өңдеудің екі маңызды кезеңі қарастырылады: токенизация (мәтінді жеке «сөздерге» бөлу) және қалыпқа келтіру (сөздерді бастапқы пішініне өзгерту), олар мәтіннен ерекшеліктер алу үшін қажет. Ұсынылған жұмыстың мақсаты ретінде білім беру бағдарламасының таңдалған құзіреттікті қалыптастыруға сәйкес келетін пәндердің мазмұнын зерттеуде мәтіндік құжаттарды іріктеудің әдісі мен оны бағдарламалық қамтамасыздандыруын іске асыру қарастырылған.

Түйін сөздер: токенизация, нормализация, лемматизация, стемминг, деректерді алдынала өңдеу, мәтін корпусы.

УДК 628.38

N.K. Bulatov[1], A.E. Toilybayev[2], A.B. Akhmetzhanova[1]

([1]A.Myrzakhmetov Kokshetau university, Kokshetau, Kazakhstan, [2]Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan

E-mail: nurzhan_b_80@mail.ru, asylbek.toylybaev@mail.ru, jnkt@mail.ru)

REVIEW OF THE EFFICIENCY OF PROCESSING OF TRANSPORTED ORGANIC WASTE IN THE PROCESS OF METHANE FERMENTATION

Abstract. Processing of production and organic waste is defined as the most important element of increase in stability and production efficiency. In this work the question of a possibility of construction and high-quality use of modern technologies of processing of organic waste with allocation of useful products in the bioreactor of methane fermentation of the flowing type working by the principle of full mixture is investigated.

Key words: bio-energetics, green power, mechanical engineering, biogas technologies, waste management, biomass.

Н.К. Булатов[1], А.Е. Тойлыбаев[2], А.Б. Ахметжанова[1]
([1]Кокшетауский университет имени А.Мырзахметова, Кокшетау, Республика Казахстан, [2]Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: nurzhan_b_80@mail.ru, asylbek.toylybaev@mail.ru, jnkt@mail.ru)

ОБЗОР ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ОТХОДОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ТИПА В ПРОЦЕССЕ МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ

Аннотация. Переработка производственных и органических отходов определяется как важнейший элемент повышения устойчивости и эффективности производства. В данной работе исследуется вопрос о возможности построения и качественного использования современных технологий переработки органических отходов с выделением полезных продуктов в биореакторе метанового брожения проточного типа, работающего по принципу полного смешения.

Ключевые слова: биоэнергетика, зеленая энергетика, машиностроение, биогазовые технологии, управление отходами, биомасса.

ВВЕДЕНИЕ

Переработка органических отходов является одной из самых сложных технологий. Причиной сложности является не переработка самих отходов, а их распространение и постепенное накопление. Для решения проблемы необходимо видеть, каким образом решается данный вопрос. Причем возникает необходимость не только переработать уже накопленные отходы, но и обеспечить постепенно снижение количества попутно вырабатываемых агентов загрязнения. В целом можно говорить о том, что следует определить возможность когенерации энергии на производстве при использовании установок переработки отходов в биогаз. То есть проблематика носит характер постоянной и крайне актуальной. В этой связи и следует говорить о технических особенностях решения проблемы получения биогаза.

В зависимости от цели и ожидаемых результатов экспериментальных исследований процесса метанового брожения можно выделить два основных метода – исследования в периодическом и проточном режиме [1]. Определенные по результатам обоих методов параметры процесса (выход и состав биогаза, кинетические параметры процесса) используются для численного моделирования процесса метанового брожения для условий промышленных биогазовых реакторов [2].

Основной задачей исследований в проточном режиме является отработка оптимального технологического режима до достижения стабильных, самых больших возможных показателей скорости выхода биогаза [3]. В ходе таких исследований можно отследить изменение показателей химического состава сброженных смесей в реакторе и их влияние на скорость выхода биогаза [4]. Также, путем изменения величин гидравлической и органической нагрузки возможно исследовать предельные режимы, приводящие к полной разбалансировке процесса метанового брожения [5]. В стационарном режиме возможно исследовать влияние внешних факторов, таких как температурный режим, гидродинамический режим, условия перемешивания, физические и/или химические воздействия, влияющие на скорость выхода биогаза и устойчивость биохимического процесса. При изменении величины органической нагрузки проточного биореактора возможно также исследовать кинетические параметры процесса [6].

Одним из недостатков данного метода является сложность оценки степени биодоступности органического вещества в процессе метанового брожения [7]. Оценить возможно лишь фактическую степень распада органического вещества, что, впрочем, не дает представления о полноте распада ее биодоступной части [8]. Кроме этого, реализация проточного режима предусматривает постоянное внесение свежей массы субстрата, что в случае с навозными отходами фактически означает долговременную установку опытной установки в непосредственной близости к источникам органических отходов [9].

Исследования в периодическом процессе предусматривает инокуляцию и выдерживание подготовленных смесей в заданном температурном режиме в течение длительного периода времени (не менее 20 суток), в зависимости от задач исследований [10]. При этом, свежий субстрат в ходе исследования не добавляется, как и не отбирается сброженная масса (кроме отбора проб на анализ химического состава) [11]. Основными задачами, которые решаются в данном методе исследований, является оценка потенциала выхода биогаза и метана из субстратов и степени биодоступности органического вещества субстратов при метановом брожении [12]. Метод исследования процесса

метанового брожения в периодическом режиме является сравнительно недорогим и пригодным способом для сравнительного анализа при одновременном сбраживании многочисленных, отличающихся по составу смесей субстратов и препарата [13]. Отдельной задачей может быть установление предельного соотношения органического вещества субстрата клеточной массы бактерий, при котором прекращается выделение биогаза, а следовательно, имеет место критическое ингибирование процесса метанового брожения [14]. Анализ кинетики распада субстрата, оцененного с выходом основного продукта процесса – биогаза, позволяет также оценить кинетические константы процесса в целом или отдельных его реакций, такие как константа полунасыщения, константа скорости распада органического вещества, коэффициент ингибирования, и тому подобное [15].

Недостатком метода периодического сбраживания является сложность оценки влияния физико-химического состава входного сырья на стабильность и эффективность процесса метанового брожения, поскольку концентрации отдельных элементов субстрата в смеси с инородными ингибиторами, отличными по составу от субстрата, могут существенно отличаться от таковых в условиях работы биореакторов проточного типа [16]. Таким образом, показатели выхода биогаза, смоделированные по результатам периодического метанового брожения, могут не соответствовать действительным при реализации проточного процесса [17]. Скорость выхода биогаза при достижении в реакторе равновесной концентрации отдельных элементов субстрата может упасть до нуля, что может быть вызвано чрезмерно высокой концентрацией отдельного ингибирующего вещества или же чрезмерно низкой концентрацией отдельных макро- и микронутриентов, необходимых для сбалансированного развития популяции бактерий метанового брожения [18].

Несмотря на определенные ограничения, исследование процесса метанового брожения в периодическом режиме позволяет решить поставленные в данной работе задачи исследований, а потому его реализовано в данной работе. При этом, учитывая то, что совместное метановое брожение навозных отходов и силоса кукурузы является апробированной промышленной технологией, делается предположение, что исследованные экспериментально и численным методом смоделированные показатели выхода биогаза будут коррелировать между собой с достаточным уровнем достоверности, а физико-химический состав смеси таких субстратов будет иметь несущественный влияние на стабильность процесса в пределах рабочих режимов биореактора проточного типа.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В данной работе проводится численное исследование показателей выхода метана при работе биореактора метанового брожения проточного типа, работающий по принципу полного смешения (типа SCTR) [19]. В идеализированном случае, работа такого типа биореактора описывается известной математической модели хемостата [20]. Принцип действия хемостата (рис. 1) заключается в следующем.

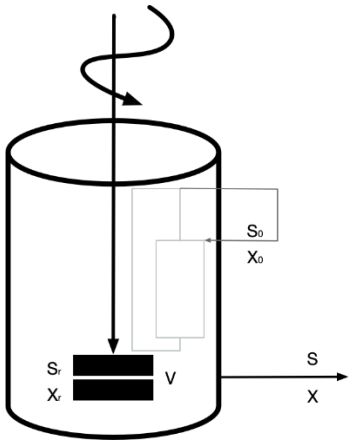


Рис. 1. Схематическая модель работы хемостата

Свежая порция субстрата объемом Q, которая содержит массу органического вещества S_0 субстрата и клеточной массы бактерий X_0, подается в резервуар объемом V, где полностью смешивается с содержимым реактора, содержащий массу органического вещества субстрата S_R и клеточной массы бактерий X_R, который характеризуется кинетическими параметрами роста k и K_S. Одновременно порция смеси сброженной массы и свежего субстрата, содержащий массу

органического вещества субстрата S и биомассы бактерий X, равным объемом Q удаляется за пределы реактора. При этом, если неизменными во времени остаются величины Q, S_0 и X_0, величины V, S_R, X_R, S, X также остаются неизменными [21].

В данной работе численное исследование работы биореактора типа CSTR выполняется относительно одной популяции ацетокластических метаногенов, пренебрегая ростом популяций бактерий, обусловливающих промежуточные этапы преобразования органического вещества. Выбор такого подхода обосновывается тем, что ацетокластические метаногены характеризуются наименьшими скоростями роста, а следовательно, являются наиболее чувствительными к вымыванию из биореактора. При этом они обуславливают главную долю (до 70%) производительности биореактора по выходу метана. В математической модели биореактора в дальнейшем используются кинетические параметры реакции ацетокластического метаногенеза, определенные на основе анализа данных экспериментальных исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Адаптированную для определения показателей выхода CH_4 математическая модель реактора хемостата, в которой используются кинетические параметры роста ацетокластических метаногенов, которые определены на основе результатов периодического метанового брожения, можно считать вполне адекватной, что подтверждается сопоставлением результатов численного исследования как с результатами проведенного эксперимента, так и с расчетными данными [22].

Статья опубликована по проекту грантового финансирования МОН РК (Министерства образования и науки Республики Казахстан) на 2018-2020 годы № AP05132295 «Разработка опытно-промышленной установки с оптимальной системой перемешивания и циркуляцией биомассы для анаэробного брожения различных органических отходов и производства биогаза, органически-минеральных удобрений».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Park J., Hur K., Rhim S., Kang H. An analysis of CH4/N2 rich biogas production, fuel treatment process and microturbine application. // Korean Journal of Chemical Engineering, 28(1), 2011. – P. 126–132.

[2] Barin A., Canha L. N., Magnago K. M., Matos M. A., Wottrich B. A Novel Fuzzy-Based Methodology for Biogas Fuelled Hybrid Energy Systems Decision Making. // In K. Gopalakrishnan, S. K. Khaitan, & S. Kalogirou (Eds.), Soft Computing in Green and Renewable Energy Systems. -Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. – P. 183–198.

[3] von Mitzlaff K., Mkumbwa M. H. Performance of A Small Diesel Engine Operating in a Dual Fuel Mode with Biogas. // In M. M. El-Halwagi (Ed.), Biogas Technology, Transfer and Diffusion. – Dordrecht: Springer Netherlands, 1986. – P. 343–354.

[4] Jaramillo J., Zapata J., Bedoya I.D. Interactive control of combustion stability and operating limits in a biogas-fueled spark ignition engine with high compression ratio. // International Journal on Interactive Design and Manufacturing, 12(3), (2018). – P. 929–942.

[5] Muhanbet A., Khusainov A., Elubaev S. Environmental Safety for Chernozem Soil Fertilized with Phosphogypsum and Ash for Spring Wheat Cultivation in North Kazakhstan // XV International conference topical problems of architecture, civil engineering, energy efficiency and ecology. MATEC Web of Conferences. – 2016. – V. 73. – APR 27-29. – UNSP 03010.

[6] Nalluraya N.K., Köhne H., Köhne S., Konrad M. Feasibility Study of Auto Thermal Reforming of Biogas for HT PEM Fuel Cell Applications. // In M. Klaas, S. Pischinger, & W. Schröder (Eds.), Fuels From Biomass: An Interdisciplinary Approach. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015. – P. 117–133.

[7] Yu Z., Schanbacher F.L. Production of Methane Biogas as Fuel Through Anaerobic Digestion. // In O. V Singh & S. P. Harvey (Eds.), Sustainable Biotechnology: Sources of Renewable Energy. – Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. – P. 105–127.

[8] Forssberg B. Opportunities: biogas, the greenest and cleanest renewable fuel. // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 9(4), 2010. – P. 307–309.

[9] Gurung D., Rajvanshi A., Lalhriatpuia S., Pradhan P.M. Performance Analysis of Combined Biogas-Diesel Run Dual-Fuel Engine. // In S. SenGupta, A.F. Zobaa, K.S. Sherpa, & A.K. Bhoi (Eds.), Advances in Smart Grid and Renewable Energy. – Singapore: Springer Singapore, 2018. – P. 559–566.

[10] Turco M., Ausiello A., Micoli L. Processes of Biogas Production: Anaerobic Digestion and Thermal Gasification. // In Treatment of Biogas for Feeding High Temperature Fuel Cells: Removal of Harmful Compounds by Adsorption Processes. – Cham: Springer International Publishing, 2016. – P. 1–29.

[11] Staniforth J., Ormerod R. M. Running solid oxide fuel cells on biogas. // Ionics, Vol. 9(5), 2003. – P. 336–341.

[12] Merkisz J., Gis W. Biogas as a Fuel for City Buses. // In Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. – P. 179–191.

[13] Farooque M., Leo A., Rauseo A., Wang J.-Y. Efficient and ultra-clean use of biogas in the fuel cell - the DFC experience. // Energy, Sustainability and Society, Issue 5(1), Vol.11, 2015.

[14] Ptak M., Koziołek S., Derlukiewicz D., Słupiński M., Mysior M. Analysis of the Use of Biogas as Fuel for Internal Combustion Engines. // In E. Rusiński & D. Pietrusiak (Eds.), Proceedings of the 13th International Scientific Conference. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – P. 441–450.

[15] Meeks R., Sims K.R.E., Thompson H. Waste Not: Can Household Biogas Deliver Sustainable Development? // Environmental and Resource Economics, Vol. 72(3), 2019. – P. 763 -794.

[16] Choi Y.S., Choi S.K., Kim S.J., Han S.Y., Jung D.S., Yoon T.H., Soysa R. Development of combined plant of biogas and bio solid-refuse-fuel from swine manure slurry. // Journal of Material Cycles and Waste Management, 20(1), 2018. – P. 369–374.

[17] Kunelbayev M.M., Kadyrov M.A., Ponomarev A.A., Bulatov N.K., Mukhamadeyeva R.M. Resources of obtaining biogas in the Republic of Kazakhstan // Ecology, Environment and Conservation. – Vol. 23. – Issue 4. – 2017. – P. 2090-2095.

[18] Mameri A., Tabet F., Hadef A. Numerical investigation of biogas diffusion flames characteristics under several operation conditions in counter-flow configuration with an emphasis on thermal and chemical effects of CO2 in the fuel mixture. // Heat and Mass Transfer, Vol. 53(8), 2017. – P. 2701–2710.

[19] Vijay V.K., Kapoor R., Trivedi A., Narale P. Biogas Upgrading and Bottling Technology for Vehicular and Cooking Applications. // In N. J. Raju, W. Gossel, & M. Sudhakar (Eds.), Management of Natural Resources in a Changing Environment. – Cham: Springer International Publishing, 2015. – P. 135–153.

[20] Sunderasan S. GoBiGas: Fueling the Biogas Movement. // In Cleaner-Energy Investments: Cases and Teaching Notes. - New Delhi: Springer India, 2015. – P. 189–197.

[21] Bora B.J., Saha U.K., Chatterjee S., Veer V. Effect of Load Level on Performance and Emission Characteristics of a Biogas Run Dual Fuel Diesel Engine. // In A. K. Saha, D. Das, R. Srivastava, P. K. Panigrahi, & K. Muralidhar (Eds.), Fluid Mechanics and Fluid Power - Contemporary Research. – New Delhi: Springer India, 2017. – P. 1497–1508.

[22] Bulatov N.K., Sarzhanov D.K., Elubaev S.Z., Suleymenov T.B., Kasymzhanova K.S., Balabayev O.T. Model of effective system of processing of organic wastes in biogas and environmental fuel production plant. // Food and Bioproduct processing, - 2019. - Vol. 115. – P. 194 – 207.

Болатов Н.Қ., Тойлыбаев А.Е., Ахметжанова А.Б.

Метанды ашыту үрдісінде тасымалданатын органикалық түрдегі қалдықтарды өңдеу тиімділігіне шолу

Түйіндеме. Өндірістік және органикалық қалдықтарды өңдеу әрқашан өндірістің орнықтылығын және тиімділігін жоғарлатудың маңызды элементі ретінде анықталады. Берілген жұмыста толық араластыру қағидасы бойынша жұмыс істейтін, метанды ашудың ағынды түріндегі биореакторда пайдалы өнімдерді алу арқылы органикалық қалдықтарды өңдеуде заманауи технологияларды сапалы пайдалану және салыну мүмкіндігін зерттеу сұрағы қарастырылған.

Түйінді сөздер: биоэнергетика, жасыл энергетика, машина жасау, биогаз технологиялары, қалдықтарды басқару, биомасса.

N.R. Mazhrenova, G.A. Baimakhanov, E.O. Utepov, D.N. Akhmet, S.B. Khairosheva
(Al-Farabi Kazakh National university, Kazakhstan, Almaty,
e-mail: erdaulet_kktl@mail.ru)

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE QMS IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF ISO 9001-2015 STANDARD

Annotation. The article contains studies of the main approaches to quality management based on standards and the concept of quality, i.e. comparison of the concept of ISO standards and TQM. The development and implementation of a quality management system is a set of activities that concerns various aspects of an enterprise's activities, workflow, personnel management, production subsystem, internal communications, strategic management subsystem, logistics subsystem, sales subsystem, and product sales.

Keywords: quality management, QMS, TQM, ISO.

Н.Р. Мажренова, Г.А. Баймаханов, Е.О. Утепов, Д.Н. Ахмет, С.Б. Хайрошева
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы,
e-mail: erdaulet_kktl@mail.ru)

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СМК В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТАНДАРТА ИСО 9001-2015

Аннотация. В статье приводятся исследования основных подходов менеджмента качества на основе стандартов и концепции качества, т.е. сопоставление концепции стандартов ИСО и TQM. В данных стандартах показываются общие базовые принципы, но разные целевые назначения. Разработка и внедрение системы менеджмента качества – это комплекс работ, который касается разных аспектов деятельности предприятия, документооборота, управления персоналом, производственной подсистемы, внутренних коммуникаций, подсистемы стратегического управления, подсистемы логистики, подсистемы сбыта и реализации продукции.

Ключевые слова: менеджмент качества, СМК, TQM, ИСО.

Успешно функционирующая система менеджмента качества (СМК) обеспечивает организации ряд конкурентных преимуществ, в числе которых – гарантия качества предоставляемых товаров и услуг в глазах существующих и потенциальных потребителей. Сертификация укрепляет имидж организации, дает преимущества при участии в конкурсах, совместных проектах, грантах, при заключении договоров и контрактов, повышает его инвестиционную привлекательность. Единый во всем мире подход к признанию соответствия СМК требованиям ИСО 9001 создает преимущества для установления коммерческих связей с другими странами.

Разработка и внедрение системы менеджмента качества – это комплекс работ, который касается разных аспектов деятельности предприятия, документооборота, управления персоналом, производственной подсистемы, внутренних коммуникаций, подсистемы стратегического управления, подсистемы логистики, подсистемы сбыта и реализации продукции [1].

Поэтому разработка и внедрение СМК – это весьма трудоемкий и длительный процесс, который, как правило, реализуется в несколько этапов.

Типовая схема состоит в следующем. На первом этапе создания СМК руководство предприятия определяет цели, политику, обязательства в области качества, соблюдая следующие принципы:

- политика является основой для определения целей, необходимых для улучшения качества продукции;
- политика в области качества – это часть общей стратегии и политики предприятия.

При создании СМК, руководитель издает приказ о начале работ по системе качества, где указывает: цель и время начала работ; ответственного за внедрение системы качества от руководства организации; состав рабочей группы по внедрению системы качества. В обязанности руководителя предприятия входит осуществление общего руководства работой и принятие стратегических решений по разработке и внедрению стандартом ISO. Руководитель, как правило, несет ответственность за конечный результат работы.

В команде по разработке СМК, как правило, участвуют специалисты ведущих производственных отделов. Работники отдела качества и члены рабочей группы обычно проходят обучение специальным программам, которые состоят из требований ISO 9001, методов создания системы менеджмента качества и составления всей необходимой документации.

Создание СМК начинается с того, что рабочая группа разрабатывает план проведения работ, который должен утвердить руководитель предприятия. В плане прописываются этапы и виды работ, их сроки, исполнители, и, если необходимо, сумма реализации данного проекта.

Второй этап состоит из комплексного анализа управления качеством продукции или услуг в организации и из разработки концептуальной модели СМК. Прежде чем приступить к данному этапу, необходимо провести анализ уже существующей системы управления, выявить слабые и сильные стороны организации в области качества, организационной структуры и применяемых методов контроля качества.

В проведении анализа участвуют все отделы и службы предприятия, которым необходимо в установленный срок предоставить отделу качества необходимую информацию. С помощью

анализа необходимо выяснить, пригодна ли документация предприятия для использования в СМК и соответствует минимальным требованиям.

После анализа существующей модели управления предприятием, для него разрабатывается концептуальная модель системы менеджмента качества. По результатам проведенного анализа, составляется график разработки и корректировки документации СМК.

Далее на третьем этапе разрабатывается документация системы менеджмента качества, которая является одной из важнейших составляющих, необходимых для нормального функционирования СМК. Она обеспечивает выполнение функций путем определения форм и видов взаимодействий и устанавливая порядок ввода и вывода информации. Изначально документация СМК включала в себя руководство по качеству, документированную информацию, необходимую для согласования различных видов деятельности, которые должны были обеспечивать эффективное функционирование СМК, а также записи по качеству, которые подтверждали качество продукции, услуг или работ, где содержатся зарегистрированные значения контролируемых параметров [2].

Далее при разработке СМК по стандарту ISO 9001 более ранних версий предприятия приводили все регламентирующие документы (должностные инструкции, положения о производственных и функциональных подразделениях) в соответствии с разработанными документированными процедурами и руководством по качеству. Руководитель предприятия утверждал документацию СМК только после того, как она была согласована со всеми исполнителями. Вероятнее всего, что и при переходе на стандарт ISO 9001 новой версии, предприятия будут придерживаться данного порядка действий, так как хотя в изменённой версии стандарта и не требуется применение документированных процедур и руководства по качеству, но и не запрещается их использование.

Учитывая, что новая версия стандарта ISO 9001 предлагает применять модель управления рисками, необходимо проработать, задокументировать и осуществлять мониторинг всех возможных рисков СМК [3-5].

Четвертый этап предполагает работы, связанные с внедрением СМК. Каждый сотрудник предприятия должен быть ознакомлен с документационной системой СМК и обучен работе в условиях ее функционирования. Служба качества должна анализировать все отклонения от нормы, выявленные в процессе внедрения СМК, для того, чтобы выяснить причину их возникновения и корректировки соответствующей документации, если это необходимо. Службой качества также проводятся внутренние аудиты, с целью установления работоспособности СМК. Благодаря данным аудитам можно выяснить насколько СМК соответствует требованиям стандарта (проверка адекватности), и насколько хорошо сотрудники понимают и выполняют запланированные мероприятия (проверка соответствия) [6-9].

Заключительный пятый этап состоит из работ, которые связаны с сертификацией СМК. После получения замечаний по документации служба качества вносит в нее соответствующие изменения и согласовывает дату проведения внешнего аудита на предприятии. После устранения несоответствий выдается сертификат соответствия сроком на три года, в течение которых сертифицирующий орган осуществляет надзор за функционированием СМК на предприятии, проводя ежегодно инспекционный контроль. В случае выявления серьезных нарушений действие сертификата может быть приостановлено.

Таким образом, рассмотренный процесс является универсальным. Его можно использовать на различных предприятиях, учитывая специфику выпускаемой продукции. Внедрение системы управления качеством на предприятии дает возможность точного определения всех сильных и слабых сторон в управлении организацией, возможность постоянного роста и развития, а также повышения качества продуктов или услуг производимых организацией.

При переходе на новую версию стандарта ISO 9001 изменится и типовая модель разработки СМК, она дополнится менеджментом рисков, вместо типовых предупреждающих действий [10].

В настоящее время даже незначительное повышение качества продукции над аналогичной продукцией конкурентов влечет за собой привлечение большого количества потребителей к своему товару. Это делает разработку и внедрение системы управления качеством еще более необходимыми и важными процессами для нормального развития и функционирования любой организации.

Для обеспечения эффективности процесса подготовки к сертификации, руководству организации необходимо обеспечить вовлеченность и мотивацию персонала, объяснить важность роли каждого сотрудника в данном процессе. Важно понимать, что разработка, внедрение и дальнейшая деятельность СМК является командной работой, о чем и гласит один из общепринятых принципов менеджмента качества.

Подводя итог сказанному, обобщим информацию, касающуюся проведения мероприятий по подготовке предприятия к сертификации. Итак, прежде всего руководством принимается стратегическое решение о необходимости разработки и внедрения СМК. Затем необходимо подготовить персонал и довести до него основные идеи и принципы менеджмента качества. После этого запускается процесс планирования этапов разработки и внедрения СМК. Следующий этап является наиболее трудоемким и предусматривает разработку процессных моделей и всей иерархии документов СМК. Далее проводится внутренний аудит, который позволит выявить слабые стороны и определить возможности для улучшения. Логическим завершением данного процесса является сертификация СМК предприятия [11].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Меньшикова О.Г., Лисовицкая И.О. Оценка подходов к управлению рисками промышленных предприятий // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия «Техника и технологии».– 2012. – № 2 – Ч.3 – С. 142-146.

[2] ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.glavsert.ru/articles/976 /, свободный, Загл. с экрана. – яз. рус. (дата обращения 13.11.2016).

[3] Меньшикова О.Г, Лисовицкая И.О., Уколов Д.Н. Риск-менеджмент и система менеджмента качества // Качество в производственных и социально-экономических системах: мат. межд. науч.- практ. конф. ЮЗГУ. Курск, 2013. С.143-147.

[4] Меньшикова О.Г., Лисовицкая И.О., Уколов Д.Н., Зотов И.В., Погонин А.А., Передельский Г.И., Практические подходы к реализации концепции управления рисками с учётом динамики изменений требований к качеству продукции и СМК для повышения эффективности деятельности промышленных предприятий // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия «Техника и технологии».– 2013. – № 1 – С. 156-166.

[5] Меньшикова, И.Ю. Куприянова, Д.Н. Уколов // Актуальные вопросы развития современного общества: материалы III Международной научно-практической конференции. – Курск, 2013. – С. 196-200.

[6] Меньшикова О.Г., Белоброва Е.С., Гладких О.А., Пешкова К.И. Внутренний аудит в России: инструмент стабилизации организации // «Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование»: сб.науч. трудов межд. мол. науч.- практ. конф. ЮЗГУ. Курск, 2015г. Том 2. С. 163-164.

[7] Меньшикова О.Г., Сергеева Е.С., Славихина Е.В. Основные преимущества внешнего аудита // «Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование»: сб.науч. трудов межд. мол. науч.- практ. конф. ЮЗГУ. Курск, 2015. Том 2. С. 257-258.

[8] Меньшикова О.Г., Кудрявцева И.Г. Требования к личным качествам аудиторов при проверке систем менеджмента // «Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование»: сб.науч. трудов межд. мол. науч.- практ. конф. ЮЗГУ. Курск, 2015. Том 2. С. 39-41.

[9] Меньшикова О.Г., Белоброва Е.С., Рябыкина И.О., Пешкова К.И. Общее и различия в процедурах аудиторских проверок // «Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование»: сб.науч. трудов межд. мол. науч.- практ. конф. ЮЗГУ. Курск, 2015. Том 1. С. 96-98.

[10] Вишняков, О. Внедрение системы менеджмента качества на предпри-ятии [Электронный ресурс] / О. Вишняков, В.Крохин, М. Молодов. – http://quality.eup.ru/DOCUM4/vsmkp.htm\

[11] Разработка и внедрение СМК на предприятии [Электронный ресурс] – http://iso-smk.ru/novosti/stati/razrabotka-i-vnedrenie-smk-na-predpriyatii

Мажренова Н.Р., Баймаханов Г.А., Утепов Е.О., Ахмет Д.Н., Хайрошева С.Б.

ИСО 9001-2015 стандартындағы талаптарға сәйкес СМЖ-ны дамыту және еңгізу

Түйіндеме. Мақалада сапа менеджменті стандарттары мен сапа тұжырымдамасына негізделген тәсілдерді зерттеулерді, ISO стандарттары мен TQM концепциясын салыстыру арқылы көрсетілген. Сапа менеджменті жүйесін енгізу - бұл кәсіпорын қызметінің, жұмыс үрдісін, персоналды басқарудың, өндірістік кіші жүйенің, ішкі коммуникациялардың, стратегиялық менеджмент шағын жүйесін, логистикалық шағын жүйені, кіші жүйені және өнім сатылымының әр түрлі аспектілеріне қатысты іс-шаралар жиынтығы.

Кілт сөздер: сапаны басқару, СМБ, TQM, ISO.

УДК: 636.082.084/12

S.K. Kurbaniyazov, K.I. Hidirov, G. Kutlieva, G.B. Toychibekova, M.B. Kalmaganbetov

INFLUENCE OF THE BIOLOGICAL CONSERVANT "BACTOSIL" ON THE MEAT PRODUCTIVITY OF THE GABLES

Abstract: The article studies the influence of corn silage and alfalfa haylage, preserved by the biological preservative "Bactosil", growth and development of gobies of Simmental breed. The growth indicators of calves of Simmental breed, lagging behind in growth by 10-15 and 15 20% of their peers, were studied. The use of a biological preservative made it possible to bring the pre-slaughter live weight to 450-500 kg at the age of 21 months, to increase the average daily gain of growing to 920-970 g.

Key words: growth, live weight, growth, compensation, level of feeding, feed units.

[1]Курбаниязов С.К., Хидиров К.И[2]., **Кутлиева Г.[3],Тойчибекова Г.[1] Калмаганбетов М.Б.**[4]
([1]Международный казахско-турецский университет имени Х.А.Ясави,
Туркестан, Республика Казахстан. saken_geo@mail.ru,
[2]Научно-исследовательский институт животноводства и птицеводства,
Ташкентской области, Республика Узбекистан,
[3]Институт Микробиологии АН Узбекистана, Республика Узбекистан. Ташкент,
[4]Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормоводства,
Алматы, Республика Казахстан)

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНСЕРВАНТА «БАКТОСИЛ» НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ БЫЧКОВ

Аннатация: В статье изучены влияние кукурузного силоса и люцернового сенажа, консервированные биологическим консервантом «Бактосил», нарост и развитие бычков симментальской породы. Изучены показатели роста бычков симментальской породы, отставших в росте на 10-15 и 15-20% от сверстников. Применение биологического консерванта позволило довести предубойную живую массу до 450-500 кг в возрасте 21 месяцев, увеличить среднесуточные привес выращивания до 920-970 г.

Ключевые слова: рост, живая масса, прирост, компенсация, уровень кормления, кормовые единицы.

Введение: Анализ современного состояния организации производства говядины показывает наличие больших резервов увеличения его объёмов, улучшения качества мяса, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции, повышения эффективности производства.

Поставленная задача быстрейшего подъёма отрасли и повышения ее продуктивности теснейшим образом связана с получением максимального количества приплода, имеющего высокую жизнеспособность, правильным его выращиванием и полным сохранением.

В настоящее время важное значение имеет поиск возможностей выявления причин отставания в росте, развития и продуктивности бычков в раннем возрасте. Это позволит улучшить технологию выращивания нестандартных бычков, сократить сроки формирования продуктивных качеств и выявить генетический потенциал роста и развития..

При длительном недостатке кормов, неполноценности рациона или нарушениях в соотношениях отдельных питательных и биологически активных веществ у животных, неправильном содержании скота и болезнях как правило, возникают нарушения в обмене веществ, что отрицательно сказываются на состояние их здоровья, возникают расстройства жизненно важных функций организма.

Посредством компенсации организм стремится к возмещению вызванных неблагоприятными условиями внешней среды отклонений от генетически обусловленного индивидуального развития; степень компенсации отставания развития животных зависит от того, насколько сильна была эта задержка, от продолжительности влияния неблагоприятных кормовых условий, породы и возраста, а также условий кормления их в последующий период.

В настоящее время существует время для консервации силоса и сенажа часто используют минеральные (соль) консерванты, которые не отвечают требованиям готового продукта и его рационального использования.

«БАКТОСИЛ» – жидкая молочнокислая закваска, созданная для биоконсервации, улучшения ферментации и питательной ценности сенажа разнотравья и люцерны и силосования кукурузы. Она содержит 10 уникальных штаммов молочнокислых бактерий. В результате этого, сдерживается развитие гнилостных микроорганизмов, улучшается ферментация сенажа и силоса, повышаются вкусовые и питательные свойства корма. Всё это способствует оздоровлению животных, повышению продуктивности крупного рогатого скота. Применение: в виде рабочего раствора, который распыляют насосом-дозатором над растительный материал при заготовке кормов.

Биопрепарат "Бактосил" состоит из местных штаммов лактобацилл Lactobacillus plantarum, L..casei, L..rhamnosus, пропионовокислых бактерий Propionibacterium sp., бифидобактерий Bifidobacterium sp.

Биологический консервант «Бактосил» применяют для силосования зеленой массы всех видов растений, плющеного зерна и консервирования сенажа. Влажность силосуемого сырья должна находиться в диапазоне 50-75%. За пределами этого диапазона эффективность действия биоконсерванта снижается, поэтому влажность закладываемой массы должна корректироваться посредством смешения растительного сырья с разной влажностью. Биоконсервант «Бактосил» добавляют в закладываемую зеленую массу из расчета 0,5 г препарата (с активностью не менее $1x10^{10}$ КОЕ) на 1 т силосуемого сырья или 50г на 100 тонн силосуемой массы, разводя его в необходимом количестве воды. Готовый раствор препарата вносят в емкость 200 л в силосуемую массу с помощью распыляющих устройств на комбайне, либо в траншее. При отсутствии таких устройств, препарат можно вносить в траншею лейкой с мелкими отверстиями.

Преимущества применения биоконсерванта «Бактосил» -Высокая активность препаратов 10^{10}-10^{11} .Обеспечивают быстрое снижение pH до оптимума.Исключают появление нежелательных кислот и других соединений в ходе брожения.Обеспечивают длительную сохранность растительного сырья идеального качества.Повышают биологическую ценность продукта.Обладают антагонистическими свойствами по отношению к нежелательной микрофлоре.

Эффект от применения биоконсерванта для сенажа, силоса, зерна:

Увеличение сохранности содержания в растительной массе: кормовых единиц на 30%; сырого протеина на 25%; молочной кислоты на 7-10%; пропионовой кислоты на 5-8%; полное отсутствие в корме плесени и дрожжей; низкая стоимость среди биоконсервантов;Бактерии в составе препарата обладают очень высокой жизнеспособностью, т.к. штаммы выделены из природного растительного сырья и отобраны по стойкости к агрессивным условиям среды, диапазонам влажности сырья, используемым сахарам, выработке активных веществ.

В связи с этим **актуальным** является изучение влияния биоконсервированных кормов на рост и мясную продуктивность бычков симментальской породы, отставших в росте и развитии.

Целью настоящего исследования является изучение мясной продуктивности, качества мяса и степень компенсационной способности бычков, отставших в росте и развитии, при скармливание силоса и сенажа , консервированных биоконсервантом «Бактосил».

Материал и методика исследований: Исследования проводились на трёх группах симментальских бычков бычков, по 11 голов в каждой группе, от 10-ти до 21 –го месячного возраста. I-я опытная группа сформировано из бычков со средней живой массой 161 кг, II-я опытная группа – бычки с живой массой 140,7 кг, отставших в росте и развитии, с низким среднесуточным приростом; контрольная группа – бычки с живой массой 203 кг.

Способ содержания бычков следующее: до 18-ти месячного возраста – в помещениях с кормовыми дворами, а откорм будет проводится на откормочной площадке по теневыми навесами.

Кормление бычков однотипное по нормам ВИЖ (М,2003) с учетом живой массы и кормовых условий хозяйства. Кормление бычков I-ой опытной группы будет осуществляться путем повышения питательности рациона на 10-15%, II-ой опытной группы – на 15-20% с применением биоконсервированных силоса и сенажа, контрольной группы с применением силоса и сенажа консервированных солью.

Результаты исследований и их обсуждение: Расход кормов за весь период выращивания и откорма с 10 до 21 месячного возраста (таблица 1) составил в контрольной группе 2855,0, в I-группе – 3037,6 и II-группе 3009,7 кормовых единиц. Бычки I-группы израсходовали больше на 6,4% кормовых единиц и 6,5 % переваримого протеина, чем бычки контрольной группы и соответственно на 0,9 и 1,3 чем II-группа.

Повышение уровня кормления бычков, отставших в росте и развитии, на 10-25% позволило сократить расходы кормов на единицу продукции за весь период выращивания и откорма. Так на 1 кг

прироста живой массы затрачено в I-группе 9,02 кормовых единиц, во II-группе – 9,15 и в контрольной группе – 9,33.

Основным показателем выращивания бычков на мяса является их живая масса. Изменение живой массы бычков является биологической особенностью и изучение его динамики роста при интенсивной технологии считается одним из важных критерий.

Перед постановкой на опыт в возрасте 10 месяцев бычки I-группы имели живую массу на 26% меньше, чем контрольная группа, II-группа соответственно на 61,8%.

Таблица 1. **Затраты кормов за весь период выращивания и откорма,кг**

Корма	Группы		
	контроль	I-опытная	II-опытная
Обменная энергия,МДж	28075,4	31832,4	30808,6
Кормовые единицы	2855,0	3037,6	3009,7
Сухое вещество	4002,4	4257,0	4223,8
Переваримый протеин	303,6	323,3	319,1
Жир	144,2	152,0	151,1
Сырая клетчатка	3891,9	4293,0	9414,3
Сахар	141,6	150,7	149,1
Крахмал	466,1	522,8	509,4
Кальций	29,5	27,7	27,3
Фосфор	14,0	15,3	15,0
Каротин	147,1	148,0	149,1

Создание оптимальных условий содержания, увеличение уровня кормления бычков I-группы на 10-15% и II-группы на 15-20% позволили компенсировать отставание в живой массе по сравнению с контрольной группой на 98% в I-группе и 92% во II группе (таблица 2). Живая масса в возрасте 21 месяцев у бычков I-группы составило 497,6,2 кг, во II-группе – 469,8 кг, в контрольной – 509,6 кг.

Таблица 2. **Динамика роста живой массы подопытных бычков, кг**

Возраст, мес	Группы		
	Контрольная	I-опытная	II -опытная
10	203,0+7,5	161,0+8,8	140,7+7,2
12	243,6+9,9	210,2+10,4	185,4+8,4
15	311,1+9,3	289,9+10,6	262,7+9,9
18	437,3+11,1	376,3+10,9	348,4+10,5
21	509,1+11,2	497,6+11,8	469,8+9,9

Таблица 3. Убойные показатели подопытных бычков

Показатели	Группы					
	Контрольная		1-я опытная		2-я опытная	
	10 месяцев	21 месяцев	10 месяцев	21 месяцев	10 месяцев	21 месяцев
Предубойная масса, кг	192,0±2,8	493,4±21,8	155,8±14,0	276,6±26,8	137,3±1,7	451,4±13,0
Масса парной туши,кг	84,2 ±6,6	268,2±13,0	64,0±6,1	264,4±14,4	52,9±1,6	241,1±6,9
Выход туши,%	43,9	54,4	41,1	54,5	38,5	53,4
Внутреннее сало, масса, кг	1,98±0,2	6,1±0,5	1,2±0,1	6,8±0,6	0,59±0,0	8,79±0,3
выход, %	1,03	1,24	0,8	1,39	0,43	1,95
Убойная масса , кг	86,2±6,7	274,3±13,6	65,2±7,1	271,3±15,1	53,5±2,8	249,9±7,2
Убойный выход, %	44,88	55,6	41,3	55,8	39,1	55,4

За весь период выращивания и откорма наибольший абсолютный прирост живой массы получен от бычков I-группы 336,6 кг, во II-группе-оно состачило 329,1 кг и в контрольной 306,1 кг. За весь период выращивания и откорма среднесуточный прирост составил в контрольной группе 850 г; в I-группе – 935 г и во II-группе – 914 г.

В целях изучения влияния уровней кормления на мясную продуктивность был произведен контрольный убой бычков в начале опытов в возрасте 10 месяцев и в конце опыта в возрасте 21 месяцев.

По данным таблицы 3 видно, что наивысший убойный выход в конце опыта наблюдался у бычков I-группы и составил 55,8%, что на 14,5% по сравнению с 10-ти мес. возрастом, у бычков II-группы – на 16,3%, контрольной – на 10,9%.

Выводы. Применение силоса и сенажа, консервированных биологической жидкой молочнокислой закваской «Бактосил», позволило при интенсивной технологии выращивания на мяса бычков, отставших в росте и развитии, до 21 месячного возраста выявить генетический потенциал роста, степень компенсационной способности и достижение желаемых убойных кондиций в короткий период с наименьшими затратами кормов.

Увеличение уровня кормления бычков I-группы на 10-15% позволило полностью компенсировать отставание в живой массе от сверстников контрольной группы, а у бычков II-группы, при увеличении питательности рациона на 15-20%, степень компенсации составила 92%, что соответствовало убойным кондициям и дальнейшее их выращивание требовало дополнительных затрат кормов на единицу продукции, увеличение себестоимости выращивания.

Применение при заготовке силоса кукурузного и сенажа люцернового и разнотравного биоконсерванта «Бактосил» способствует увеличению питательности готового продукта на 30%, сокращает естественные потери на 85-90% и улучшает конверсию корма на 40-45%, что существенно сказывается на здоровье и продуктивности животных.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Калашников А.П. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Москва, 2003

[2] Свечин К.Б. Компенсаторные реакции организма животных в онтагенезе с.х. животных и формирование их продуктивности. Киев, 1966.

[3] Хидиров И., Хабибуллин К.Х. Интенсификация производства говядины. Ташкент,Мехнат, 1989.

Курбаниязов С.К., Хидиров К.И., Кутлиева Г., Тойчибекова Г.Б. , Калмаганбетов М.Б.

«Бактосил» биологиялық консервантының мал етінің өнімділігінің артуына әсері

Түйіндеме: Мақалада «Бактозил» биологиялық консервантының жүгері сүрлемі мен жоңышқа шабындықтарына әсері, симменталь мал тұқымының өсуі мен дамуы зерттелген.

Симментал тұқымды бұзаулардың өсу көрсеткіштері, сол жастағы бұзаулардың өсуімен салыстырғанда 10-15см. бойымен 15-20% көлемінде артық өскен.

Биологиялық консервантты қолдану мал союға дейінгі тірі салмақты 21 айлық жаста 450-500 кг-ға дейін жеткізуге, өсірудің орташа тәуліктік өсімін 920-970 гр. дейін арттыруға мүмкіндік беретіндігі көрсетілген.

Түйінді сөздер: өсу, тірі салмақ, өсу, өтем ақы, азықтандыру деңгейі, азық бірлігі.

UDC 622.276.43:678

S. Zakenov, L. Nurshakhanova
(Department "Oil and gas engineering", Faculty of Engineering,
Caspian state University Technologies and engineering named after Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan,
Email: senbek@rambler.ru)

PROBLEMS OF ENHANCED OIL RECOVERY AND THE EXPERIENCE OF THE IMPLEMENTATION OF POLYMER FLOODING

Abstract. The article presents the problems of increasing oil recovery of hard-to-recover oil reserves, presents some results of the use of polymer flooding in the development of the Kalamkas field, one of the possible effective technologies for increasing oil recovery providing maximum coverage and displacement of oil.

Keywords: oil, field, development, oil recovery, methods, technologies, hard-to-recover reserves, polymer, flooding, extraction, displacement.

Introduction

The method of polymer flooding in the world has been studied since the late 1950s, and in industrial conditions it has been tested since the 1960s-it has been used for more than 50 years. Field experiments, as well as the use of polymers in industrial volumes to improve the efficiency of oil deposits in various geological conditions were carried out at numerous sites around the world: the United States, Canada, China, France, India, Indonesia, Venezuela, Germany, Brazil, Argentina. In recent years, the world leader in the field of polymer injection is China-polymer flooding projects have been implemented since the 1990s[1].

In the USSR the technology of polymer flooding in 1960-90-ies tested and applied in industrial scale in the fields of the Samara region (Orlyanskaya, "Kuibyshevneft"), Bashkortostan (Arlanskoe, "Arlanneft"), Kazakhstan (Kalamkas, "Mangistaumunaigas") and other oil-producing regions of the country[2].

The analysis of world experience has shown that the main factors limiting the field of application of polymer flooding are: high mineralization of formation and injected waters, high reservoir temperatures, low values of filtration-capacitive properties, leading to degradation of polymer solutions, the sharp heterogeneity of the reservoir permeability[2].

As a result, further research work on the expansion of the field of application of polymer flooding technology, either through the integration of polymer flooding with other methods of enhanced oil recovery, or through the synthesis of new types of polymers, is becoming more urgent.

Polymer compositions have shown efficiency, both in laboratory studies and as a result of the implementation of pilot works [2-7, 10, 11].

Methodology

A significant event in the development of the oil industry of Kazakhstan was opened since the early 70-ies of a number of the largest and most unique oil fields Zhetybay, Uzen with Karamandybas, Karazhanbas, Kalamkas, etc.

Organization of effective production of tight oil reserves at the fields of Kazakhstan, a unique area, the capacity of the productive series, the density of the stocks, the nature of the saturating fluids (waxy, viscous or solidifying with a high content of asphaltenes and resins) was connected with overcoming of considerable difficulties.

It is known that primary and secondary methods of development of oil and gas oil fields rarely allow to reach the values of the oil recovery factor of more than 40 %, while the use of tertiary methods of development in favorable conditions of their application of oil recovery varies in the limits from 30 to 70 % [12].

Effective production of reserves is possible only with the use of tertiary and even Quaternary methods of increasing oil recovery.

Once the four stages of field development are determined, according to logic, there should be a Quaternary method of increasing oil recovery aimed at achieving the maximum oil recovery factor.

The complexity of the development of deposits in Kazakhstan was that the most significant of them were practically deprived of the first and second stages of development.

Therefore, the task of using new development technologies for the fields of Kazakhstan from the very beginning of the development of these fields were relevant.

In this regard, it took from the very start of their development of applications not only traditional systems of maintaining reservoir pressure, but also maintain the reservoir temperature (the Uzen field), in-situ combustion and thermal steam methods of influence (the Karazhanbas field), polymer flooding (Kalamkas), various methods of cyclic flooding (Uzen, Kalamkas) and many more.

Despite the significant volumes of hard-to-recover oil reserves accounted for in the fields of the distributed subsoil Fund, i.e. with specific subsoil users, production and experimental work is very limited.

Currently, for the quality and effective management of flooding and in General for the development of modern methods of increasing oil recovery is not enough vision of a specialist in the development of oil fields, it requires a symbiosis of oil and gas Sciences, petrochemistry and mathematical modeling of processes aimed at improving oil recovery.

In modern conditions, the development of oil fields is accompanied by a constant increase in the share of hard-to-recover oil reserves [13,14].

Therefore, the problems of effective application of new technologies to improve oil recovery, allowing to significantly increase the oil recovery of already developed reservoirs, where traditional methods to extract significant residual oil reserves is no longer possible.

And about the relevance of this problem, we hear almost the last 30-40 years, in connection with which we can confidently say about the stagnant, entrenched relevance [15].

As shown in table 1, the percentage of the ratio of the main indicators of development in all negative respects is in favor of hard-to-recover reserves and characterize the growth of the share of hard-to-recover reserves.

Table. 1. **Share of active and hard-to-recover reserves relative to some key development parameters**

Indicators, %	Active	Hard to extract
The share of reserves	35	65
The degree of development	70	30
Share of production	70	30
Oil recovery factor	47	27

The main share of production falls on the third stage and is 65-70 % of the total residual recoverable reserves. At the same time, all this stock falls on hard-to-recover reserves.

Moreover, about 60% of geological reserves remain untreated at oil recovery factor equal to 0.4, due to low coverage rates and displacement of oil using standard flooding.

Table 2 shows the types of residual oil due to the causes and nature of the formation.

Table 2. **Types of residual oil due to the causes and nature of formation**

	Types of residual oil	
	1 type	2 type
The reasons for the formation	High interfacial tension at the water-oil-rock interface and a huge total surface of oil-rock contact	Heterogeneous structure of reservoir rock (presence of zones with different permeability), as well as different filtration rates of displaced and displacing fluids
The nature of education, and the share in the total volume of residual oil, %	Capillary-retained and a film of oil (30 %).	Oil remaining in weakly permeable interlayers and areas not covered by water (27 %)
		Oil in stagnant zones of homogeneous formations (19 %)
		The oil remaining in the lens and is impervious screens, sealed wells (24 %)

The first type of residual oil is formed in the water-washed areas of the oil reservoir and contains more heavy components (resins, asphaltenes) than the original oil. The position of fluids in the pore space is determined by the wettability of the rock.

The second type of residual oil differs little from the initial oil of the field, as it is formed as a result of incomplete displacement of oil from the heterogeneous reservoir.

The residual oil of the second type is the main reserve when increasing the coverage of the reservoir by flooding and the task is formulated quite simply: increasing the degree of final oil recovery.

At the same time, I would like to draw attention to terms such as increasing oil recovery and intensifying oil production.

We have to deal with scientific research, in which these two concepts are presented as a whole, which, in my opinion, is fundamentally wrong.

Enhanced oil recovery characterizes an integrated system of operation on the scale of the entire field or a single Deposit, while the intensification of oil production is a point, differentiated system of a local nature, aimed at the impact of the bottom-hole formation zone or the use of pumping operation of forced action (ESP, tandem well operation systems, etc.). The intensification of production affects the current oil recovery rate, but not the final oil recovery.

Moreover, just unreasonable, irresponsible intensification of production, so to speak large production today and now in the period of contract, aggressive exploitation of fields to a greater extent leads to an increase in the share of difficult and practically unrecoverable oil reserves in the reservoir.

The current trend in the development of scientific research in the field of enhanced oil recovery should certainly be -the achievement of the maximum possible oil recovery factor in the development of hard-to-recover oil reserves.

The use of different modifications of polymer flooding in the Kalamkas fields is one of the possible effective methods to ensure maximum coverage and displacement of oil.

Polymer flooding is that the water dissolves high-molecular chemical reagent – polymer (polyacrylamide), which has the ability even at low concentrations to significantly increase the viscosity of water, reduce its mobility and thereby increase the coverage of reservoirs flooding.

Results

An additional feature of polymer flooding is the manifestation of adsorption of some part of the polymer dissolved in water by the formation rock, and the front part of the front of the displacing water is without the polymer, respectively, with the usual mobility of water. Increasing the content of sodium chloride, calcium chloride and other electrolytes from 0,5 to 20% repeatedly increases the adsorption of the polymer on the rock.

Adsorption of formation rocks from mineralized solutions is several times higher than from desalinated waters. With high adsorption, the polymer front lags far behind the front of oil displacement by water.

Therefore, it is necessary to determine the optimal range of adsorption, which will provide effective displacement of oil based on the selection of reagents and concentration of laboratory studies.

In subsequent years, the development of the field for redistribution of filtration flows by area and section, containing the breakthrough of water from injection to production wells and connect in production of tight oil from areas with low permeability were flooding with the use of the crosslinked polymer and polymer-dispersed systems.

In addition, in order to align the pickup profile on injection wells and to limit the flow of water from highly permeable interlayers on high-water production wells, the technology of injection with a visco-elastic composition was used.

Analysis of the experience of polymer flooding showed that the mineralization and ionic composition of the formation and pumped water greatly influenced the decrease in technological efficiency, due to the decrease in the viscosity of the polymer solution, its destruction and adsorption by the formation rock, as well as a significant impact had a sharp heterogeneity of the reservoir permeability.

The experience of industrial implementation of polymer technologies to increase oil recovery in the Kalamkas field, showed that their use affects the increase in oil recovery factor, while effectively regulating the process of flooding in heterogeneous reservoirs developed by flooding. This allowed to reduce the growth rate and reduce the water cut in producing wells by 4 %.

REFERENCES

[1] Akulshin A. I. Forecasting of development of oil fields. M: Thought, 1988. – 241 p.

[2] Bondarenko A.V. Experimental support experimental-industrial works on the basis of polymer flooding in conditions of high mineralization of formation and injected waters: dis. Cand. tech. sciences'. Oil and gas research Institute RAS, M, 2017, p. 144.

[3] Bondarenko A. V., Kudryashova D. A. the Use of hydrodynamic modelling to assess the predictive efficiency of the polymer flooding Masculinism field // Oil industry. – 2015. – No. 10. – Pp. 102-105.

[4] Bondarenko A.V., Mikhailov N. N. (et al.). Laboratory studies on the substantiation of polymer flooding technology for specific geological and physical conditions of oil field development facilities / / Geology, Geophysics and development of oil and gas fields, M. VNIIOENG. 2016.-№10 – Pp. 34-42.

[5] Bondarenko A.V., Popova N. S. Field-geophysical and hydrodynamic researches at design and realization of technology of polymeric flooding on oil fields of Perm Krai // Geology, Geophysics and development of oil and gas fields, M. VNIIOENG. 2016.- No. 4 – Pp. 15-18.

[6] Bondarenko V. A., Farkhutdinov P. A., Kudryashova D. A. Methods of determining the efficiency of experimental-industrial works on polymer flooding on Shagirtskoe-Goranska field // Oil industry. – 2016. - No. 2. – S. 70-72.

[7] Dorofeev V. I. Rudskoy L. P. and others "Rendering scientific and technical assistance in the implementation of technology polymer impact and the evaluation of its effectiveness". Kaznipineft, Aktau 1996.

[8] KiinovL. K. Features of development of deposits of paraffin and viscous oils of Western Kazakhstan in the conditions of realization of energy-saving technologies, VNIIneft them. academician A. P. Krylov, M., 1994.

[9] Lyadova N. A., Raspopov A.V., Muzhikova L. N., Bondarenko A.V. (et al.). Experience in the application of tertiary methods of increasing oil recovery in the fields of the Perm region // Oil industry. – 2015. – No. 7. – S. 92-95.

[10] Lyadova N. A., Raspopov A.V., Bondarenko A.V. (et al.). Prospects of application of polymer flooding in the fields of the Perm region // Oil industry. – 2016. - No. 6. - P. 94-96.

[11]Polishchuk A. M. Experimental study of the mechanism of oil displacement from the reservoir by polymer solutions: dis. Cand. tech. sciences'. VNII, M, 1979, p. 179.

[12] Public analytical report on the direction of scientific and technical development "New technologies of production and use of hydrocarbons".NP "national Institute of oil and gas», Moscow, 2014.452 p.

[13] Zhdanov S. A. Experience in applying methods to increase oil recovery in Russia ofasphaltenes.«Oil industry», №1, 2008, p. 58-61.

[14] Kryanev D.Yu., Zhdanov S.A.Status and problems of scientific support of methods of increasing oil recovery. «Oil industry», №11, 2011, p.82-90.

[15] Nadirov N. K.,Vakhitov, G. G., Safronov V. S..Dergachev A., Dmitriev L.P., Batyrbayev M. D. New oil of Kazakhstan and their use.Technology to improve oil recovery. Alma-Ata, "Science", 1982, 276 p.

Зәкенов С.Т., Нұршаханова Л.Қ.

Мұнайбергіштікті арттыру мәселелері және полимерлік су айдау тәжірибесі

Түйіндеме. Мақалада күрделі мұнай қорларындағы мұнайбергіштікті арттыру мәселелері, қабаттың мұнай бергіштігін арттырудың сонымен қатар мұнайдың максималды қамтуын және ығыстыруын қамтамасыз ететін тиімді технологиялардың бірі болып табылатын полимерлік су айдау әдісінің Қаламқас кенорнын игеру жағдайында орын алған нәтижелері ұсынылған.

Түйін сөздер: мұнай, кенорын, игеру, мұнай өндіру, әдістер, технологиялар, күрделі қорлар, полимер, сулану, өнім, ығыстыру.

Закенов С.Т., Нуршаханова Л.К.

Проблемы повышения нефтеотдачи и опыт реализации полимерного заводнения

Резюме. В статье приведены проблемы повышения нефтеотдачи трудноизвлекаемых запасов нефти, представлены некоторые результаты применения полимерного заводнения в условиях разработки месторождения Каламкас, одного из возможных эффективных технологий повышения нефтеотдачи пласта обеспечивающих максимальный охват и вытеснение нефти.

Ключевые слова: нефть, месторождение, разработка, добыча нефти, методы, технологии, трудноизвлекаемые запасы, полимер, заводнение, добыча, вытеснение.

УДК 004.056

A.B. Yermentaev, B.K. Abduraimova, L.M. Tukenova
(L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, University Narxoz, Kazakhstan
E-mail: aian.2206@mail.ru, abduraimova_bk@enu.kz, tuken_lei06@mail.ru)

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN LOCAL LEADER ACTIVITY

Abstract: The article discusses the main components of the complex of information systems of local authorities, their functions and tasks, the relationship and interaction between them, the internal and external environment of the organization. The role and problems of informatization as an effective management tool in local governments. It is established that information technology contributes to the effective interaction of government and citizens. Since information is one of the most important strategic and managerial resources, its production and consumption form the basis for the effective development of the economy and various spheres of public life. At the same time, attention was paid to the need to take into account many factors for the successful use of information technology in the integration of information systems in local governments.

Key words: electronic document, functional block, local executive body.

А.Б. Ерментаев, Б.К. Абдураимова, Л.М. Тукенова
(Л.Н. Гумилев ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Нархоз университеті, Қазақстан,
E-mail:aian.2206@mail.ru, abduraimova_bk@enu.kz, tuken_lei06@mail.ru)

ЖЕРГІЛІКТІ АТҚАРУШЫ ОРГАНДАР ҚЫЗМЕТІНДЕГІ ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Түйіндеме. Мақалада жергілікті өзін-өзі басқару органдарының ақпараттық жүйелері кешенінің негізгі құрамдастары, олардың функциялары мен міндеттері, олардың арасындағы байланыс және өзара іс-қимыл, ұйымның ішкі және сыртқы ортасы қарастырылады. Жергілікті билік органдарында ақпараттандырудың тиімді басқару құралы ретіндегі рөлі мен мәселелері қаралды. Ақпараттық технологиялар билік органдары мен азаматтардың тиімді өзара іс-қимылына ықпал ететіні анықталды. Ақпарат маңызды стратегиялық және басқарушылық ресурстардың бірі болғандықтан, оны өндіру мен тұтыну экономиканың тиімді дамуының және қоғамдық өмірдің түрлі салаларының негізін құрайды. Сонымен қатар, ақпараттық жүйелерді жергілікті өзін-өзі басқару органдарына енгізу кезінде ақпараттық технологияларды пайдаланудың сәтті болуы үшін көптеген факторларды ескеру қажеттілігіне назар аударылды.

Кілтті сөздер: электронды құжат, функционалдық блок, Деректер қоры MS SQL Server.

Кіріспе

Жергілікті атқарушы орган биліктің халыққа ең жақын деңгейі болып табылады,ол халықтың негізгі өмірлік қажеттіліктеріне қатысты мәселелерді шешеді. Сондықтан азаматтардың мемлекет жұмысына беретін бағасы жергілікті атқарушы органдардың тиімді жұмыс істеуіне байланысты. Оң баға алу үшін билік мемлекеттік қызмет көрсету аясында халыққа қолайлы жағдай жасауы тиіс.

Жергілікті атқарушы органдар Қазақстан Республикасы атқарушы органдарының бірыңғай жүйесіне кіреді, атқарушы биліктің жалпы мемлекеттік саясатты тиісті аумақты дамыту мүдделерімен және қажеттіліктерімен үйлестіре жүргізуді қамтамасыз етеді.

Жергілікті жерлерде, әкімшілік-аумақтық бірліктерде мемлекеттік басқару жүйесіне жергілікті атқарушы органдардың өкілдері кіреді: облыстардың, аудандардың, қалалардың, ауылдардың, ауылдардың, кенттердің әкімдері.

Осы жағдайларды ұйымдастыру үшін екі міндетті шешу қажет: билік пен қоғамның өзара іс-қимылының тиімді тетіктерін құру және тікелей билік органдарының қызметтін жақсарту.

Осы мәселелерді шешу үшін ақпараттық технологиялар қолдану ең тиімдісі болып табылады. Олар билік пен халықтың қарым-қатынасын электрондық кеңістікке жылжытуға көмектеседі, онда әр азамат қажетті билік органдарымен еркін өзара әрекеттесе алады. Бұл проблеманың өзектілігі бүгінгі таңда жергілікті атқарушы органдарда ақпараттық технологияларды қолдану болып табылады, олардың қызметі әртүрлі ақпараттың үлкен көлемін өңдеу мен талдаумен тікелей байланысты. Сондай-ақ, ақпараттық технологиялар билік қызметінің тиімділігін арттыратын шешімдерді ұсынады.

Қазіргі жағдайда мекеме қызметінің көрсеткіштерін уақтылы және дәл есепке алу экономикалық субъектінің тиімді жұмыс істеуінің маңызды факторларының бірі болып табылады, сондықтан есеп пен есептілікті автоматтандыру жергілікті атқарушы органдардың ақпараттық жүйелері кешенінің бірінші кезектегі міндеттерінің бірі болып табылады. Есеп және есептілік жүйесі ұйымның ішкі және сыртқы ортасымен де байланысты. Мәселен, ішкі қажеттіліктер үшін, бірінші кезекте жергілікті билік органдарының басшылары мен бөлімдерінің бастықтары үшін ұйымның негізгі жұмыс істеу көрсеткіштері көрсетілген басқарушылық есеп пен есептілік деректері маңызды. Басқару есебінің нәтижелері басқарудың әртүрлі деңгейлеріндегі басшылықтың шешім қабылдауы үшін пайдаланылады.

Бухгалтерлік, салықтық, статистикалық есеп түрлері де маңызды емес. Осылайша, бухгалтерлік есеп есепке алудың неғұрлым сенімді түрі болып танылады, өйткені бастапқы есепке алу құжаттары негізінде ақшалай өлшемде шаруашылық өмірдің барлық фактілерін үздіксіз тұтас көрсетуді қамтамасыз етеді және мемлекет барынша егжей-тегжейлі регламенттелген есепке алу жүйесі болып табылады. Салық есебін автоматтандыру жергілікті салықтар мен алымдарды есептеуді жедел жүргізуге мүмкіндік береді. Жергілікті басқару жағдайындағы статистикалық есептің басты міндеттерінің бірі әр түрлі тіліктерде, материалдық ресурстарда, тұрғын үй және жер қорларында және т. б. халық туралы әртүрлі есептер түрінде нақты деректерді жинау және сандық түрде ұсыну болып табылады.

Электрондық құжат айналымы жүйесі экономикалық субъектілер үшін, атап айтқанда муниципалдық билік органдары үшін іс жүргізудің ерекше маңыздылығына байланысты жеке функционалдық блокқа бөлінген. Жергілікті басқару жұмыс істейтін барлық ақпарат белгілі бір тасымалдаушыда құжат түрінде тіркеледі. Сондықтан, әр түрлі құжаттарды жинау, жинақтау, өңдеу, сақтау және жою бойынша операцияларды автоматтандыру аса маңызды. Мұндай операцияларға, мысалы, халыққа әртүрлі анықтамалар мен көшірмелер беруді, ұйым ішінде (бөлімшелер арасында) құжаттардың қозғалысын бағыттауды, мұрағатты жүргізуді, кіріс құжаттарын тіркеуді және т. б. жатқызуға болады.

Негізгі бөлім

Ақпараттық технологияларды дұрыс енгізгенде ақпараттың үлкен көлемін сақтау және талдау, заңдылықтарды анықтау және жергілікті басқару құрылымдары қызметінің тиімділігін арттыру мүмкіндігі туындайды. Нәтижесінде шешім қабылдау үшін қажетті мерзім азайып қана қоймай, сонымен қатар халықтың басқару және өмір сүру сапасы да артады.

Ақпараттық технологияларды енгізудің барлық оң сәттеріне қарамастан, жергілікті басқаруда ақпараттық технологиялардың дамуын тежейтін проблемалар да бар. Барлық проблемалардан төмен қаржы ресурстары, ақпараттық ресурстарды пайдалануда бірыңғай тәсілдің болмауы, ақпараттың жеткіліксіз және шамадан тыс ашықтығы сияқты мәселелерді атап өтуге болады. Сондай-ақ ақпараттық технологиялардың әлсіз дамуы мен іс жүзінде қолданылуы халықтың да, мемлекеттік және

муниципалдық қызметшілердің да ақпараттық және компьютерлік білімінің төмен деңгейімен байланысты.

Жергілікті атқарушы органның негізгі функциялары:

– аумақты дамыту жоспарларының, экономикалық және әлеуметтік бағдарламаларының жобаларын әзірлейді және олардың орындалуын қамтамасыз етеді;

– жергілікті бюджет жобасын әзірлейді және оның орындалуын қамтамасыз етеді;

– елді мекендер құрылысының бас жоспарын бекітеді және коммуналдық меншік және әлеуметтік-мәдени мақсаттағы объектілерді салу бойынша тапсырысшы болады, коммуналдық желілер мен құрылыстарды салуға рұқсат береді;

– кәсіпкерлікті дамытуға қолайлы жағдай жасайды;

– әкімшілік-аумақтық бірлік халқының мүдделерін ескере отырып, елді мекендердің әлеуметтік, инженерлік, көліктік, ақпараттық инфрақұрылымын қалыптастыруды қамтамасыз етеді;

– жерді және басқа да табиғи ресурстарды қорғау мен ұтымды пайдалануға бақылауды жүзеге асырады, экологиялық сараптаманы, табиғат қорғау объектілерін салу мен қайта жаңартуды ұйымдастырады.;

– коммуналдық тұрғын үй қорын, жолдарды, көшелерді, басқа да инфрақұрылым объектілерін және халықтың тыныс-тіршілігін қамтамасыз ету жүйелерін пайдалануға және күтіп-ұстауға жәрдемдеседі;;

– өзінің қарамағындағы тұрғын үй қорын бөледі, тұрғын үйге мұқтаж азаматтарды есепке алуды жүзеге асырады, тұрғын емес үй-жайларды пайдалану, коммуналдық меншіктегі ғимараттар мен құрылыстарды жалға беру мәселелерін шешеді;

– елді мекендерді электрлендіру, газбен жабдықтау, сумен жабдықтау жүйелерін дамыту бойынша тапсырыстарды орналастырады;

– білім, денсаулық сақтау, мәдениет және спорт мемлекеттік мекемелерін басқаруды жүзеге асырады, олардың материалдық-техникалық базасын нығайтуға жәрдемдеседі;

– Қазақстан Республикасының заңнамасында белгіленген шектерде және тәртіппен әлеуметтік-мәдени, медициналық, сауда, тұрмыстық және өзге де халыққа қызмет көрсету мәселелерін шешеді;

– еңбек ресурстарын есепке алуды қамтамасыз етеді және бөлуді реттейді, жұмысқа орналастыру мәселелерін шешеді;

– міндетті медициналық сақтандыруды дамыту бойынша шаралар қабылдайды, жұмыс істемейтін халық үшін міндетті медициналық сақтандыру туралы шарттар жасайды;

– халықты әлеуметтік қорғау, ана мен баланы қорғау мәселелерін шешеді, халықтың әлеуметтік осал топтарына атаулы көмек көрсетеді;

– халықтың тарихи, ұлттық және мәдени салт-дәстүрлерін сақтау мен дамытуға жәрдемдеседі, тарихи және мәдени мұраны, зираттар мен өзге де жерлеу орындарын сақтау жөніндегі жұмысты ұйымдастырады;

– тиісті аумақта орналасқан экологиялық, тарихи, мәдени немесе т.с.с.

– тиісті аумақта орналасқан экологиялық, тарихи, мәдени немесе өзге де ғылыми құндылығы бар табиғи және өзге де объектілерді табиғат, тарих және мәдениет ескерткіштері деп жариялау туралы ұсыныстар енгізеді.

Осылайша, жоғарыда келтірілген жергілікті атқарушы органдардың функциялары негізінде Ақпараттық жүйелер кешені келесі міндеттерді шешуге тиіс деген қорытынды жасауға болады:

– құжат айналымын және іс жүргізуді ұйымдастыру;

– басқару шешімдерін қабылдауды қолдау;

– азаматтардың паспорттық есебін жүргізуді автоматтандыру, халықтың құрамы, әскерге шақыру жасына, жұмыспен қамту, әлеуметтік қорғалмаған халыққа, халықтың көші-қон қозғалысы бойынша деректер базасы;

– халықтың құрамы туралы есеп пен есептіліктің әр түрлі нысандарын қалыптастыру және басып шығару, мемлекеттік билік және жергілікті өзін-өзі басқару органдарының арнайы сұраулары бойынша тұрғындардың тізімін, халыққа ұсынылатын әртүрлі анықтамалар мен көшірмелерді қалыптастыру;

– әлеуметтік жеңілдіктер мен субсидияларды есептеу үшін отбасы кірістерінің есебін жүргізуді автоматтандыру;

– азаматтардың жекелеген санаттарына әлеуметтік жеңілдіктер мен әлеуметтік төлемдерді

есепке алуды автоматтандыру;

– тұрғын үй қорының техникалық жағдайы туралы ақпаратпен жұмысты автоматтандыру;

– энергетикалық ресурстар мен суды тұтынуды есепке алу;

– бухгалтерлік есепті және тұрғын үй-коммуналдық қызметтер үшін төлемдерді есептеуді автоматтандыру;

– меншік құқығы, жекелеген учаскелердің функционалдық мақсаты, құны және т. б. сияқты атрибуттарды пайдалана отырып, әрбір жер учаскесі бойынша аумақтың жер ресурстарын есепке алуды автоматтандыру (Жер кадастры), осы негізде жер салығын төлеуді есепке алуды автоматтандыру үшін деректер базасын қалыптастыру;

– әр түрлі мақсаттағы инженерлік коммуникацияларды, жылжымайтын мүлік объектілерін (жылжымайтын мүлік объектілерін, негізгі қорларды түгендеу, орналастыру және құндық бағалау, құрылыстардың техникалық жағдайы), жолдар мен көлікті есепке алуды автоматтандыру;

– тұтыну нарығын есепке алуды автоматтандыру (сауда, қоғамдық тамақтандыру, халыққа тұрмыстық қызмет көрсету объектілерін статистикалық есепке алу және т. б);

– әлеуметтіксала объектілерін есепке алуды автоматтандыру (білім беру, медициналық мекемелердің, мәдениет мекемелерінің, демалыс аймақтарының, әлеуметтік қорғау мекемелерінің статистикалық есебі және т. б.);

– ықтимал өзгерістерге байланысты жергілікті бюджеттің нұсқаларын әзірлеу (жекелеген төлеушілерден түсетін салық түсімдерінің өзгеруі, ресурстарға бағалар мен тарифтердің өзгеруі және т. б.);

– муниципалдық келісім-шарттарды есепке алу мен жүргізуді, бюджет қаражатының жұмсалуын есепке алуды көздейтін муниципалдық Қазынашылықтың автоматтандырылған жүйесін құру.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде басқарудың атқарушы органдарының ақпараттық жүйелерінің барлық кешенін келесі функционалдық блоктарға бөлуге болады:

– басқару;

– мониторинг және бақылау;

– есеп және есептілік;

– құжат айналымы;

– коммуникациялық.

Басқару блогының негізгі міндеті басқару шешімдерін қабылдау, Ұйым қызметін жоспарлау және т. б. мәселелерінде жергілікті атқарушы органның басшылығын қолдау болып табылады:

– басқару мен үлгілеудің кіші жүйесі (дерексіз стратегиялық және тактикалық міндеттерді мүлдем анықталған экономикалық көрсеткіштер жиынтығына аударуға, олардың негізінде ұйымның қысқа, орта және ұзақ мерзімді кезеңдерге даму моделін құруға және оларды бөлімшелер мен бөлімдердің жергілікті міндеттеріне байланыстыруға мүмкіндік береді);

– жоспарлаудың кіші жүйесі (болашақта мүмкін болатын өзгерістерді ескере отырып, қызметтің алдыңғы және ағымдағы көрсеткіштерінің негізінде ұйым қызметінің жекелеген аспектілерін жоспарлауға арналған • Сатып алуды жоспарлау, бюджетті жоспарлау және әзірлеу, қаражат шығыстарын жоспарлау және т. б. мысал бола алады.);

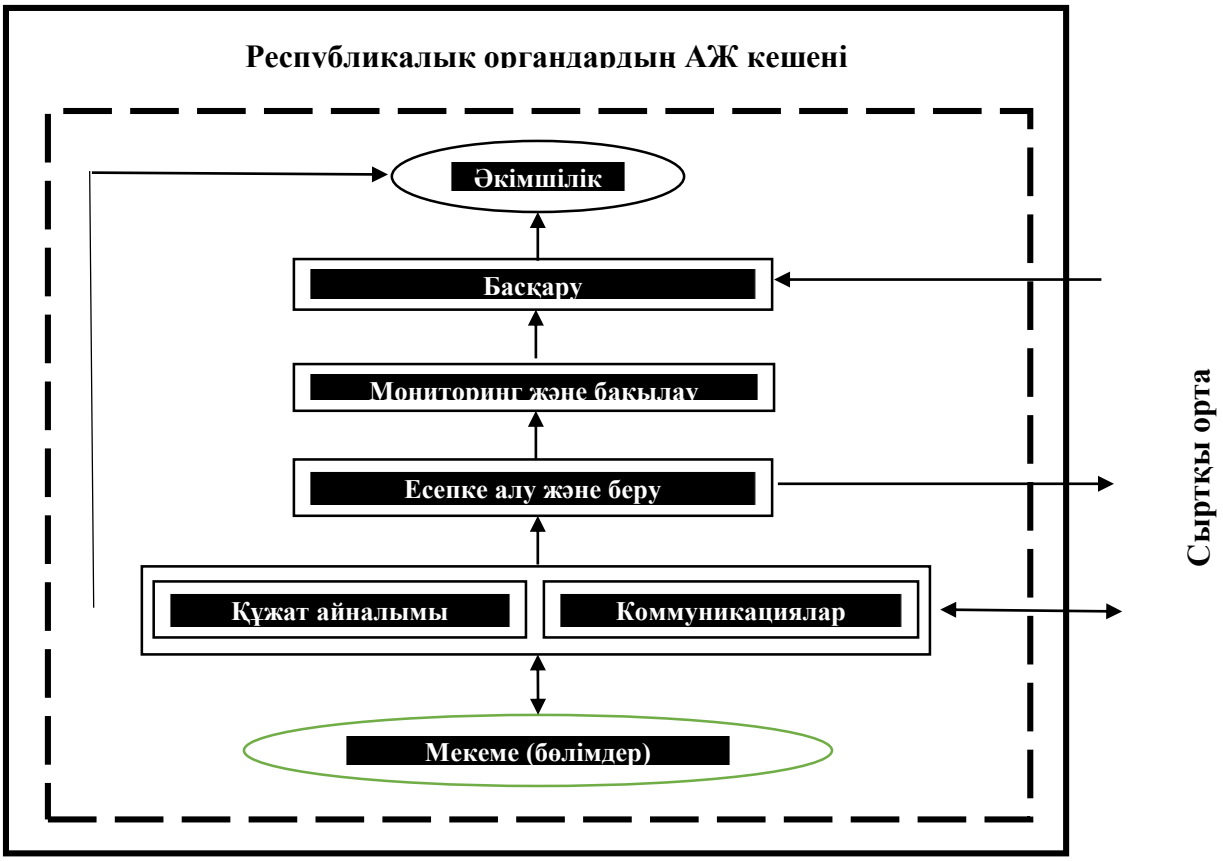
– талдаушылардың кіші жүйесі (жинақталған деректерге әртүрлі математикалық әдістерді қолдануға мүмкіндік береді, сол арқылы "как есть" (AS - IS) және "как будет" (TO-BE));

– болжау жүйесі (заңдылықтар мен трендтерді іздеу және олардың негізінде әртүрлі болжамдарды құру үшін пайдаланылады, ұйымның дамуындағы қолайсыз тенденцияларды анықтауға мүмкіндік береді, бір қарағанда байқалмаған).

Басқару блогынан жеке функционалдық блокқа мониторинг және бақылаудың кіші жүйесін бөліп алған жөн. Бұл кез келген күрделі жүйеде кері байланыстың болуы оның тиімді жұмыс істеуінің қажетті шарты болып табылатындығымен түсіндіріледі. Осы бекітуді жергілікті атқарушы органдарға қолдана отырып, кез келген басқару шешімі осы ұйымның жұмыс істеуін бақылау және мониторинг деректерін есепке алмай қабылдана алмайды деп айтуға болады. Мысалы, әртүрлі жоспарлардың іске асырылуын, бюджеттің атқарылуын, қаражаттың жұмсалуын мониторингілеу, бюджет лимиттерінің сақталуын бақылау және т. б. үшін пайдаланылады.

Коммуникациялық функционалдық блок ұйым ішіндегі басшылық пен түрлі бөлімдер арасындағы, сондай-ақ сыртқы ортамен (жоғары тұрған билік органдары, бақылаушы ұйымдар, халық, контрагенттер және т.б.) байланысты қамтамасыз етеді, жергілікті атқарушы органға өз іс-әрекеттерін үйлестіруге, хабардар болуға және ішкі және сыртқы ортадағы түрлі өзгерістерге жедел ден қоюға мүмкіндік береді.

Ақпараттық жүйелер кешенінің тізбеленген блоктарының өзара және жергілікті атқарушы органдардың сыртқы және ішкі орта объектілерімен функционалдық байланыстары жалпы түрде 1суретте көрсетілген.



Сурет - 1. Жергілікті атқарушы органның ақпараттық жүйелер кешенінің құрылымы

Жергілікті атқарушы органдарға ақпараттық жүйелерді енгізу кезінде көптеген факторларды, оның ішінде муниципалдық білім беру халқын, әкімшілік штатының санын, муниципалдық билік шешетін міндеттерді, муниципалдық білім берудің типін, қаржыландыру деңгейін, жоғары тұрған мемлекеттік және муниципалдық органдардың ақпараттық технологиялармен қамтамасыз етілуін, олармен өзара іс-қимылды ескеру қажет. Мысалы, ауылдық елді мекендерге қатысты басқару шешімдерін қабылдау және мониторинг жүйесін енгізу тұрғындардың аз санының, әлсіз құрылымдалған міндеттердің жоқтығының салдарынан көп жағдайда ақталмаған, көптеген мәселелер жоғары деңгейде шешіледі. Мұнда бірінші жоспарға шаруашылық есеп бойынша автоматтандыру проблемасы шығады (тұрғындарды, жер учаскелерін және тұрғын үй қорын, азаматтардың меншігіндегі техникалық құралдарды есепке алу және т.б.). Қалалық және аудандық муниципалдық құрылымдармен болған жағдайда басқару және мониторингтік жүйелерді қолдану халықтың жоғары саны мен ұйымның сыртқы ортасының серпінділігі жағдайында шешімдер қабылдауды жеделдетуге мүмкіндік береді. Биліктің муниципалдық органдарының маңызды міндеттерінің бірі халыққа мемлекеттік қызмет көрсету болып табылады, сондықтан Ақпараттық жүйелер кешенін енгізу кезінде бірінші кезектегі мәселе ұйымда есепке алудың функционалдық блогымен бірге құжат айналымы мен коммуникация жүйелерін қалыптастыру және ведомствоаралық электрондық өзара іс-қимыл жүйесіне одан әрі интеграциялау болып табылады.

Мемлекет басқару процесіне, атап айтқанда, жергілікті билік органдарына ақпараттық технологияларды енгізу бүгінгі күні ешқашан өткір тұр, себебі бұл операциялар толығымен сезілетін нәтижеге алып келеді. Басқару шешімдерін қабылдау уақытын қысқарту сияқты мысалдарды келтіруге болады,

Сыртқы ортаның өзгеруі кезінде ұйымның жұмыс істеуінің жеделдігі мен икемділігін арттыру, халыққа қызмет көрсету сапасын арттыру, бұл халықтың билікке тиімділігінің артуына, жергілікті

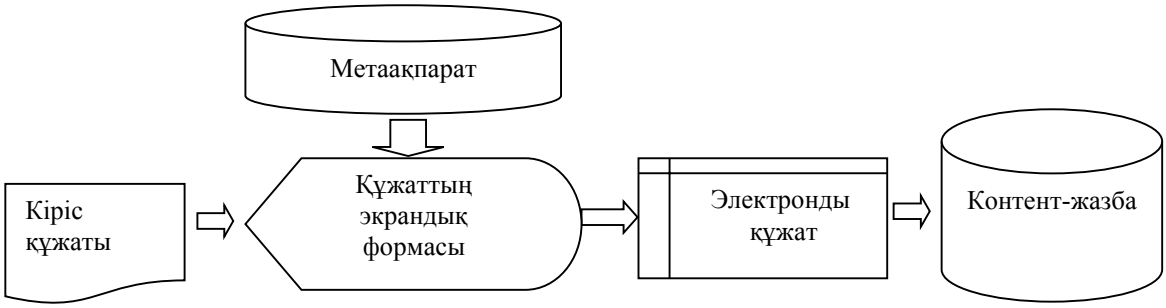
билік органдарындағы жұмыс орындарының қысқаруына және еңбек ресурстарының қайта бөлінуіне, "халық-билік-халық" тізбегіндегі аралық буындарды жоюға және т. б. әсер етеді.

Мәселені шешу жолдарының бірі арнайы программалық қамсыздандыру – электронды құжат айналымы жүйесін (ЭҚАЖ) қолдану болып табылады.

ЭҚАЖ міндеттері мен функциялардың тізбесі:

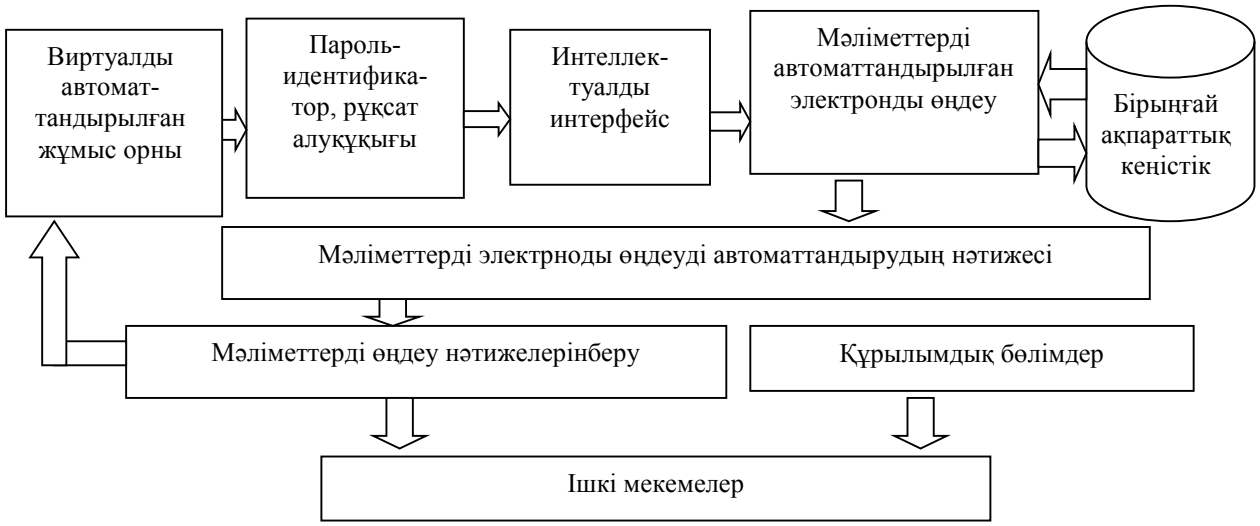
- кіріс хат-хабарды тіркеу;
- шығыс хат-хабарды тіркеу;
- мекеменің ішкі ұйымдастыру-басшылық ететін құжаттарын тіркеу;
- азаматтардың хаттары мен өтініштерін тіркеу;
- электрондық құжаттардың жобаларын құру;

Электронды құжат айналымын құрудың нәтижелілігі қолданушылар арасында өзара байланыс орнататын ыңғайлы интерфейстің болуы. Бұған объектілерді сипаттау принциптерін қолдану арқылы және олармен орындалатын операциялар арқылы қол жеткізуге болады. Ақпарат кіріс құжатынан экрандық форма арқылы компьютерге енгізіледі. Оның компоненттері сол құжаттардың метаақпараттарына және қолданушылар туралы метаақпаратқа байланысты 2-суреттегідей экрандық формаға сәйкес келеді.



Сурет - 2. Кіріс құжаттарының электронды түрге айналуы

Жалпы жағдайда экрандық форма – метаақпаратқа сәйкес объект және субъект туралы электронды құжатқа салынатын сұлба. Электронды құжат айналымында қолданылатын экрандық форма компоненттері нақты қолданушының идентификаторы, паролі және рұқсат алу құқығы. Оның негізгі компоненттері 3- суретте көрсетілген.



3-сурет. Субъект деректерін электронды өңдеудің сызбасы

Келтірілген сызбаның кейбір блоктарын түсіндіре кетсек, виртуалды автоматтандырылған жұмыс орны (ВАЖО) құжаттарды электронды өңдеудің ең перспективті нұсқасы. Мұндай жұмыс орындарын құру бірыңғай ақпараттық кеңістік, деректерді сақтау орны, электронды құжат айналымы

жүйесінің механизмі, желілік ақпараттық жүйеге қосылу (жалпы жағдайда Internet), ақпаратты қорғаудың нәтижелі құралдары, сондай-ақ телекоммуникациялық каналдарға сүйенеді.

Электронды құжат айналымы жүйесінің механизмінің баптауы автоматты түрде орындалады және априорлы анықтама, атрибуттар түріндегі метаақпарат (скаляр, жіберілім, тасымалдау), құжат жағдайының модельдері (бастапқы, құрылған, орындалған, өшірілген), олармен орындалатын операциялар тізімін 4 суреттегідей ұсынады [9].

ЭҚАЖ жобалауға мүмкіндік беретін алгоритмдер мына талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

1. Қосу, редактілеу, өшіру және әр түрлі типті және әр түрлі өлшемдегі деректермен жұмыс жасау мүмкіндігі.

2. ЭҚАЖ-не беру арқылы орындалатын сол ақпараттық басқа ақпараттық жүйелермен бірге жұмыс істей алу мүмкіндігі.

3. ЭҚАЖ-де типтік бизнес-процестерді құру есебінен әрбір ақпараттық жүйенің ішкі қолданбалы процестерінің бірігу мүмкіндігі.

4. Құжаттарды басқару мүмкіндігі (құру, өңдеу, құжаттарды өшіру, құжаттармен жұмыс істеу тарихын енгізу, құжаттар арасына сілтеме орнату, метадеректердің бөліктерін толтыруды автоматтандыру, деректерге бірге ену мүмкіндіктерімен қамтамасыз ету, құжаттар версияларын басқару, ішкі ақпараттық жүйелерде орналасқан құжаттарға сілтеме беру мүмкіндігі).

5. Маршрутизация мүмкіндігі (қатты және динамикалық маршрутизацияны қолдау, құжаттармен және есептермен жұмыс істейтін қолданушылардың ағымдағы қызметінің мониторингі, құжаттардың ағымдағы жай-күйін бақылау, периодтық құжаттарды автоматты түрде жасау).

6. Ақпаратты сақтау және беру қауіпсіздігі (аутентификация, авториазация, ЭҚАЖ объектілеріне ену құқықтарын шектеу, т. б.) [10].



4-сурет. Электронды құжат айналымы жүйесін құрудың принципиалды сызбасы

Жоба аясында құрылатын ақпараттық жүйені қолданушылардың еркін саны бойынша еркін бағыттар бойынша хаттар мен құжаттарды жасауға, жіберуге және виза қоюға мүмкіндік беретін құжаттарды келісудің және почтаны жіберудің ішкі корпоративтік жүйесі болып табылады.

Жұмыс шеңберінде құжат айналымы ААЖ мынадай функциялары іске асырылады:

- мекемедегі бөлімшелерді, қызметкерлерді, лауазымдарды есепке алу;
- қатынас қозғалысының типтік маршруттары мен бір реттік (типтік емес) маршруттарын қалыптастыру;
- маршруттың әрбір сатысында қажетті визалардың еркін жиынтығын қалыптастыру;
- құжаттарды хабарламаларға салу мүмкіндігі;
- қол жеткізу құқықтарын бөлу және пайдаланушыларды авторизациялау;
- құжаттарды қалыптастыру: кіріс және шығыс хабарламалар тізілімі, кіріс және шығыс құжаттар тізілімі, статистика және т. б.

Деректер қоры MS SQL Server негізінде іске асырылатын болады (іске қосу тек қана орнатылған кеңейтілген MS Office талап етеді). Деректер қол жетімділігі ADO технологиясын пайдалану арқылы жүзеге асырылады.

Құжаттар MS Excel-де жасалады. Шығыс құжаттарының үлгілерін қолданушының қалауы бойынша өзгертуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қазақстан Республикасының Президенті Н. Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. 2018 жылғы 10 қаңтар.

[2] Желдыбина Ю.В., Исаенко Ю.С. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОРГАНОВ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ. Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 4-6.

[3] Стариков Ю.П. Современные информационные технологии в деятельности органов местного самоуправления. Материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» [Электронды ресурс] URL: https://www.scienceforum.ru/2015/808/8284# (дата обращения: 27.08.2019).

[4] Қазақстан Республикасындағы жергілікті мемлекеттік басқару және өзін-өзі басқару туралыҚазақстан Республикасының 2001 жылғы 23 қаңтардағы № 148-II Заңы

[5] Өтеулиев С. Қазақстандағы электронды үкіметті қалыптастырудың басымдықтары. С. Өтеулиев. Саясат Policy-.-2009. №11.-Б.35-39.

[6] Абдрасилов А. Ақпараттық қоғамның қалыптасуы және акпараттардың жаңа түрлері. А. Абдрасилов. Білім-Образование.-2011. №2.-Б.61-63.

[7] Радута, В. П. Информационное обеспечение деятельности органов государственного и муниципального управления

[8] Комов, Л. В. Адамская, Г. М. Кадырова, А. М. Беляев, Т. М. Токмурзин, Н. Л. Красюкова, И. В. Биткина. Муниципальное управление под ред. С. Е. Прокофьев, О. В. Панина — М.: Изд. Юрайт, 2019. — Ч.1. — 276 с. 2.

[9] Абросимова, М. А. Информационные технологии в государственном и муниципальном управлении. М.А. Абросимова. - М.: КноРус медиа, 2015. - 519 с

[10] Система государственного и муниципального управления: Уч. под ред. Г.В. Атаманчука. - М.: Издательство РАГС 2017 - 488с.;

[11] Сухарев, О.К. Функции информации и режимы информационного развития управляемых систем. О. Сухарев. Проблемы теории и практики управления, 2017.-№1.-С. 37-51

[12] Харасова, А.С. Контроллинг как информационная система поддержки принятия управленческих решений. Харасова Айсылу Салаватовна. Информационная обеспеченность в муниципальном образовании, 2018.-№22 (267).-С.17-23

[13] Власова, С.А. Электронная библиотека сборников научного семинара «Информационное обеспечение: новые технологии». С.А. Власова. Научные и технические порталы, 2019-№6.-С.86-94

[14] Ковалёва, Н.Н. Система информационного обеспечения органов власти / Н.Н. Ковалева. Государственная власть и местное самоуправление, 2018.-№6.-С. 24-26

[15] Курманова, А.Х. Современные условия и оценка информационного обеспечения в управления. А.Х. Курманова. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017. -№3(41), ч.2.-С.213-217.

[16] Лопатина, Т.М. Информационная поддержка инновационной деятельности в регионе, Т.М. Лопатина, Ю.С. Зубов, О.П. Неретин, Местное самоуправление, 2019.-№3.-С.5-15

[17] Бушуева, Л.И. Инструменты и методы информационно-аналитического обеспечения управленческих решений в области политики. Л.И. Бушуева. Маркетинг в России и за рубежами, 2018.-№6.-С. 19-32

Ерментаев А.Б., Абдураимова Б.К., Тукенова Л.М.

Применение современных информационных технологии в местных исполнительных органах

Резюме: В статье рассматриваются основные составляющие комплекса информационных систем органов местного самоуправления, их функции и задачи, связь и взаимодействие между ними, внутренняя и внешняя среда организации.

Роль и проблемы информатизации как эффективного инструмента управления в органах местного самоуправления. Установлено, что информационные технологии способствуют эффективному взаимодействию власти и граждан. Поскольку информация является одним из важнейших стратегических и управленческих ресурсов, ее производство и потребление составляют основу для эффективного развития экономики и различных сфер общественной жизни. В то же время внимание было уделено необходимости учитывать множество факторов для успешного использования информационных технологий при интеграции информационных систем в органы местного самоуправления.

Ключевые слова: электронный документ, функциональный блок, местный исполнительный орган.

UDS 004.056

M.Zh. Imanbayeva, B.K. Abduraimova
(L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
E-mail: imanbayeva15.04@gmail.com, abduraimova_bk@enu.kz)

CLOUD DATA STORAGE

Abstract. Data storage on electronic media is present in every organization, regardless of its size. Despite the constant progress in the field of data storage, the current level of development of corporate repositories does not satisfy the requirements. These requirements are formed as a result of changes in legislation in areas of information storage and are mainly associated with the provision of information security. In addition, users working with corporate information systems want convenience and ease of use from such systems, as when working with personal information storages used for private purposes. In contemporary world there are many cloud storage services and each of them provides a small free space with limited capabilities, but the user can expand it for an additional fee (subscription).

Key Words: Cloud, data base, server

Introduction

Cloud data storage –a computing model of online storage in which data is stored in on several servers distributed on the network, obtained or leased concretely for this type of purposes. Servers can be allocated remotely from each other geographically, up to the distance of different continents of the world. According to the point of view of the client, data is stored and processed in the so-called cloud, which represents one large virtual server. In other words, certain company exists, and it provide a place to store the data in their servers for those wish to store the data. It seems that the server of the company is the same disk driver or flash drive, only located faraway in the internet. The conditional consumer of this service can send the data to storage in the form of files, after which it will be in constant access to it, through a computer or mobile device. [1]

In the contemporary world, the vast majority of the population use cloud storage, which provides new ways of interacting with data itself. There are several types of basic user interactions with cloud data storage. We will consider the main ones:

1. A place for backing up user data. Many users are forced to make backup copies of their data and store it either on the hard drive or on portable devices, such as flash drives and external hard drives and many others. However, the level of reliability of this method is very low, since the main and the backup data is still stored on the computer's disk in the first case. If any of the failure occurs, the user will lose all his or her data, including the backup. In the second case, there is an issue with the safety of the portable device themselves, which might get broke or lost, thereby depriving the user of the opportunity to restore the data. Cloud storage, in turn, is a safe and reliable platform for user backup data, working up to 99.9999% of the time, and utilizing RAID to provide additional margin of safety and fault tolerance.
2. The storage of personal data. In the digital world, users generate a large amount of data, such as photographs, videos, written report and others. Their capacity can occupy a significant part of the disk space that user may use for work or other needs. Due to this fact, some of the users store the data in cloud storage. Security and privacy are important, as well as some social functions. Cloud data storages procure sufficient level of security and privacy using password protection and two-factor authentication. Furthermore, it allows the user to share the photos, making the public and providing the download links at the request of the user.
3. Synchronization of important information between computers. Most people have more than one computer, so the synchronization of personal data is very important for them. Users need to have up-to-date versions of files constantly, nevertheless, using existing tools, such as transferring files between computers by mail or using flash drives, may be unsafe or inconvenient. Cloud services provide convenience for synchronization, which allows the user to work with relevant information, as well as resolve all collisions that arise in the automatic mode.
4. Access to personal data from any location. Nowadays, most of the population have smartphones and tablets, which do not inferior to personal computers when working with documents. Via these devices, users can create, modify and view documents, both at home and on the go. However, due to the limited amount of memory in personal mobile devices, users cannot store all data on their phone or tablet, so they use cloud storage services that allow access to their documents from anywhere only with the Internet. It is clear that cloud storage helps users in the digital world solve the tasks listed above. Today there are many cloud storage

services. Moreover, each of them provides a small free capacity with limited capabilities, but the user can expand it for an additional fee (subscription).

Research

Considering the main cloud services:

1. *Dropbox* is possibly one of the most popular cloud data storage services. This service has high-quality platforms for all desktop operating systems: Windows, Mac, Linux, as well as for all popular mobile platforms: Android, iOS, Windows Phone. It has the functionality of selective synchronization, which appeared much later in the platforms of other cloud services. In addition, Dropbox has additional features for corporate users. The service allows the user to view 10 many formats directly in the browser, also saves the history of files, but a little more expensive than its direct competitors.

2. *OneDrive*- a cloud service from Microsoft. Initially, at launch it had more meager functionality compared to Dropbox, but over time, these services were practically compared in functionality. Now comes in the composition with Windows 8 and Windows 10, thereby ensuring high-quality integration with the Windows ecosystem. However, the service also supports other mobile platforms besides Windows Phone, such as Android and iOS. It has a selective synchronization function and integration with the office suite Microsoft Office and Office Online, which allows the user to edit documents directly in the browser.

3. *Google Drive* is a service of Google Corporation, which appeared later than its competitors. It has a convenient platform for all desktop operating systems and all popular mobile platforms. Now it has absolutely the same functions as the competitors described above. The service also has close integration with Google services, in particular with Gmail, allowing the user to attach files from a Google drive to letters. Another Google Docs service is fully integrated into Google Drive, that is, the service provides not only storage capabilities, but also document editing. Provides paid services at a lower price compared to competitors.

4. *Yandex.Disk* is a cloud service from the Russian company Yandex. The service is based on the WebDAV protocol, which is an extension of the HTTP protocol, like other services it has clients for the main desktop and mobile platforms. For Russian users it has a significantly higher speed due to the territorial location of data centers. In addition to this, the cloud service is integrated with services from Yandex, such as Yandex.Mail and integration with social networks VKontakte, Odnoklassniki and Instagram. 11

5. *Cloud MailRu* - cloud service of Mail.ru holding. It has limited functionality compared to competitors. At the start, it provided 1TB for free, then the capacity was reduced to 100GB, now 25GB is provided for free. It has clients for all desktop and mobile platforms.

Cloud Data Storage Comparison

Dropbox

2 GB

+500 MB for an invited friend (up to 16Gb)

Low speed of the process of downloading files to the server, high memory consumption and a small number of "starting" free gigabytes. In fact, the application monitors the contents of only one folder - Dropbox

15-18Kb/s

GoogleDisk

15 GB for an extra fee

The client for OC Windows does not support file links and does not synchronize the contents of folders that are links.

25Kb/s

OneDrive

50 GB

25 GB available for Windows 8 users

Linking to a Microsoft account, providing access to services that may not be needed (Outlook, Xbox Live, etc.)

15Kb/s (256 kbps)

CloudMail.Ru

100 GB for an extra fee

The limit for downloading one file in a basic subscription cannot exceed 2 GB

21, 25 MB/s

Yandex.Disk

10 GB

Up to 10 GB for referring friends (512 MB for each one)

+ up to 50 GB per share with partners - they change, user needs to follow the news

Weak integration with mobile applications.
200 KB/s [1]

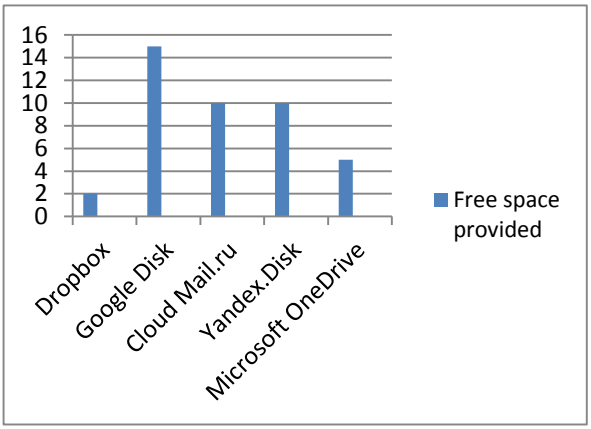
Results

Comparative characteristics	Free space provided	Free expansion options (up to GB)	Paid expansion (up to TB)	Mobile access	File editing
DropBox	2	48	1	yes	no
CloudMail.ru	25	-	4	yes	yes
MicrosoftOneDrive	15	-	1	yes	no
GoogleDisk	15	-	30	yes	yes
Yandex.Disk	10	20	4	yes	yes

According to the table, cloud-based data storages such as Google Disk, Cloud Mail.Ru, MEGA, Yandex.Disk, 4shared, and OneDrive are highly distinguished by the initially provided free disk space. But not every serviceoffers to expand it for free. Providers give an opportunity to increase free space by inviting friends for promotions with partners, thematic promotions related, as an example, to holidays, etc. All considered public "clouds" provide the ability to organize file sharing, but users can edit them.

Since the main feature of cloud storage is that a person can connect to them regardless of location, having access to the Internet, an undoubted advantage for the service is the presence of a mobile application.

a) Free space provided (KB)



b) Maximum memory (TB)

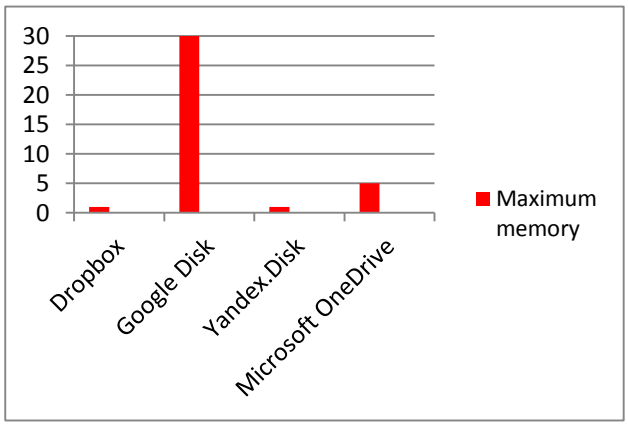


Fig. 1[3]

Table 1. Service comparison [4]

Сервис	free subscription	Windows	Linux	Mac OS X	Android	iOS	Windows Phone
Dropbox	2	+	+	+	+	+	-
OneDrive	7	+	-	+	+	+	+
Google Диск	15	+	-	+	+	+	-
Яндекс.Диск	10	+	+	+	+	+	+
Облако Mail.ru	100	+	+	+	+	+	+

Discussion

The popularity of cloud technologies is also increasing, however, not so fast. The main concerns are security issues when using the "clouds" and their reliability.

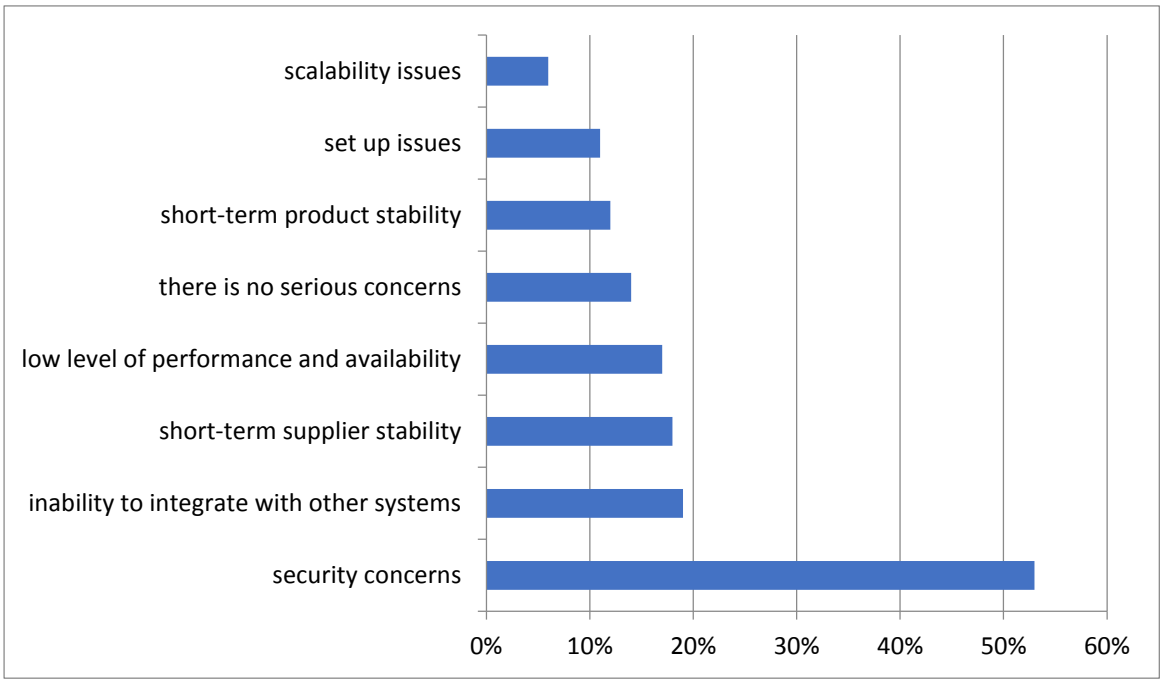


Fig. 2. Cloud data storage usage concerns for companies

For the above given reasons, only 17% of companies use or plan to use SaaS technologies and only 13% of companies use or plan to use cloud based EDMS.

Advantages:

- There is access to user's data wherever Internet is available.
- Many services provide a certain amount of memory.
- Good data protection.
- Save space on your hard drive, which increases the speed of reading information from the hard drive.

Disadvantages:

- There is the possibility of information theft during data transmission.
- Depending on the provider's services, a data leak may also occur. [2]

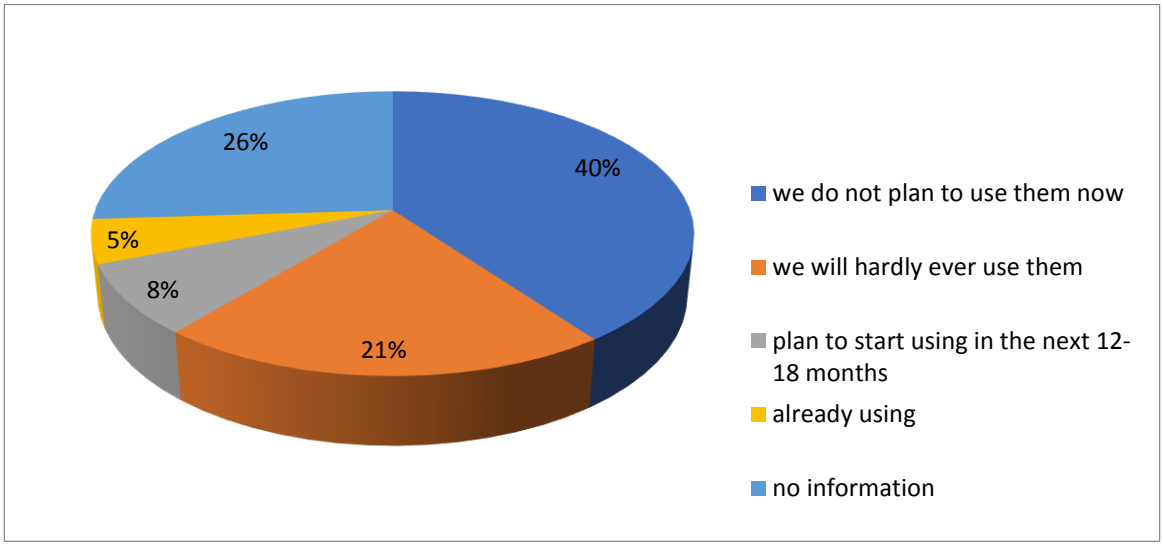


Fig. 3. Do you plan to use document management systems based on cloud computing technology?

Advantages and disadvantages

The advantage of cloud storage

• Cloud data storage provides the ability to use large space to store your files. The user pays only for the storage space that he or her actually uses, but not for renting a server, all the resources of which he or her may not use.

• The client does not need to engage in the acquisition, support and maintenance of their own data storage infrastructure, which ultimately reduces the overall cost of production.

• Reliable protection of personal data. All procedures for backing up and maintaining data integrity are performed by the cloud center provider, which does not involve the client in this process. Ability to recover deleted data; support for various file formats;

• Availability across devices. Cloud storage is suitable for almost all operating systems, both PC and mobile.

• Access and synchronization of cloud files with the files of your operating system depends on the cloud client itself (when choosing a cloud, pay attention to the cloud's readiness for a desktop client).

• Ease of synchronization between smartphone and computer, as well as other digital devices via the cloud;

• Storage of the file change history by the cloud allows you to return to the necessary moment of file editing;

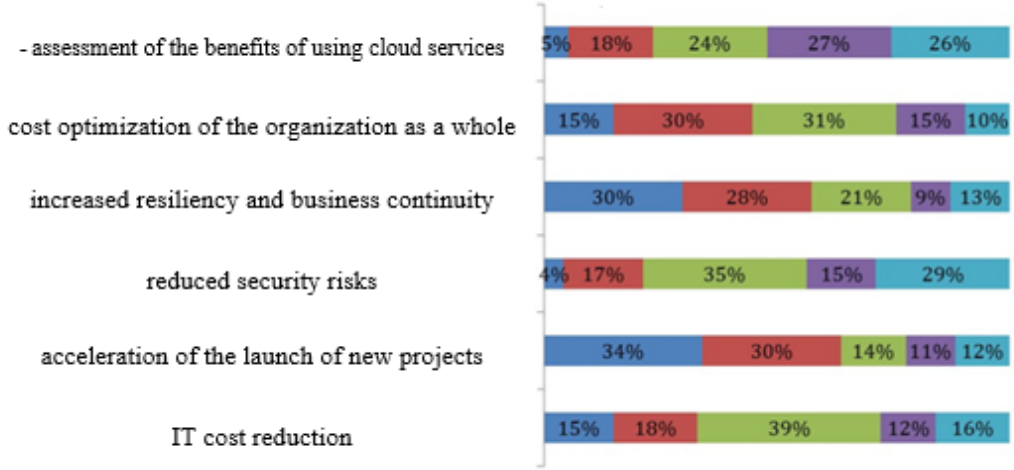


Fig. 4 [5]. Assessing the benefits of using cloud services

Cloud Storage Disadvantages

• The amount of free space provided is not enough to meet your needs, and the user have to pay for extra space;

• Without access to the Internet, do not get into the cloud;

• Smartphone memory is not always fast obtained: Internet on gadgets may not have high data transfer speeds, and technically smart phones may not support high-speed Internet (here we mean rare cases when there is no 3G module, although the Wi-Fi module is usually present);

• For fast "notification" of other people about new files in the cloud, you need high-speed Internet (3G, 4G or Wi-Fi);

• The online video player in the cloud may not start on 2G networks due to its low speed;

• the auto-synchronization process may take a long time, since its speed may vary depending on high-speed data transfer indicators, the workload of the smartphone processor and cloud storage servers;

• storing information in the cloud may be unsafe;

• there is a possibility that sometimes it will be impossible to synchronize your data with the cloud, because, for example, some preventive work can be done on the cloud servers.

• Any cloud service provider periodically conducts maintenance work when access to information is limited. Pay attention to the SLA availability of the provider's cloud infrastructure, whether financial guarantees are spelled out.

• Also,it is important to notethemonthly payments to the provider for the provision of free space in the cloud. Here the user needs to compare the capital costs of buying his or her own server and monthly payments for renting a cloud service.

Conclusion

It must be pointed out that cloud-based data custodians are very necessary in our time. This can be confirmed by several reasons: lack of hard disk space, not OS durability, “running around with a flash card”, and so on.

Cloud storage is a kind of online service that provides the ability to store files on a remote server. The work also indicates the benefits and drawbacks of these programs. The main advantage is that there is access to your data from anywhere in the world where there is Internet access. The main disadvantage is the weakness security and confidentiality when transmitting or receiving data.

In this paper, most famous “clouds” and “cloud technologies” were considered and compared. In the practical part of this work, the main problem has been solved: comparison and identification by certain criteria (memoryconsumption,file loading time, available space, available space after performing simple processes, increasing available space due to invites, maximum file size, Windows, Mac,Android, IOS, Web access, the ability to synchronize any folders on the disk, the ability to edit documents online, public links to files, restore previous versions of files) the best cloud data storage.

Based on the results of the study, it can be concluded that “Yandex. Disk” is the most promising and productive data storage system.

REFERENCE

[1] Cloud data storage [Electronic resource] Access mode: open. URL: https://infourok.ru/kursovaya-rabota-po-teme-oblachnoe-hranilische-dannih-2293549.html

[2] Cloud data storage - online reading [Electronic resource] Access mode: open. URL:http://studentlib.com/chitat/kursovaya_rabota_teoriya-127565-oblachnye_hranilischa_dannyh.html

[3] Cloud technology: benefit or harm [Electronic resource] Access mode: open. URL: https://bosfera.ru/bo/oblachnye-tehnologii-polza-ili-belogrivye-loshadki

[4] Cloud storage - Dropbox, SkyDrive, Google Drive, Yandex Disk, Cloud Mail.ru [Electronic resource] Access mode: open. URL: https://yvision.kz/post/420256

[5] Sectoral pattern of consumption of cloud services [Electronic resource] Access mode: open. URL: http://www.sfx-tula.ru/news/infoblog/9023/

[6] Chao‑Tung Yang1, Shuo‑Tsung Chen, Yu‑Wei Chan and Yu‑Chuan Shen1 onconstruction of a cloud storage system with heterogeneous software‑defined storage technologies. Inc: Scopus, 2019. -17

[7] How does cloud storage work? [Electronic resource] Access mode: open. URL: https://aws.amazon.com/ru/what-is-cloud-storage/

[8] [Electronic resource] Access mode: open. URL: http://2web-master.ru/rukovodstvo-kak-sozdat-pauka-parsera-na-php.html

[9] [Electronic resource] Access mode: open. URL: https://mycloud.kz/vakancii/

[10] SaaS - what is it? Software as a Service [Electronic resource] Access mode: open. URL: http://fb.ru/article/187934/saas---chto-eto-takoe-software-as-a-service-programmnoe-obespechenie-kak-usluga

[11] "Cloud Services" - what is it [Electronic resource] Access mode: open. URL: http://sd-company.su/article/cloud/service

[12] Cloud Computing: What is Infrastructure as a Service [Electronic resource] Access mode: open. URL: https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh509051.aspx

[13] Methods for building storage systems [Electronic resource] Access mode: open. URL:http://citforum.ru/hardware/data/db/

[14] Katarina Grolinger, Wilson A Higashino, Abhinav Tiwari and Miriam AM Capretz. Data management in cloud environments: NoSQL and NewSQL data stores. Inc. Scopus, 2013.-24.

[15] Overview of storage protection technologies [Electronic resource] Access mode: open. URL: https://www.osp.ru/winitpro/2007/07/4558994/

[16] Cloud Storage Comparison [Electronic resource] Access mode: open. URL: http://pro-spo.ru/cloud-technology/4858-sravnenie-oblachnyx-xranilishh-dannyx

Иманбаева М.Ж., Абдураимова Б.К.

Бұлтты дерекқор

Түйіндеме: Электронды тасымалдағышта ақпаратты сақтау әр ұйымда, көлеміне қарамастан бар. Ақпаратты сақтау саласындағы тұрақты ілгерілеуге қарамастан, корпоративтік репозиторийлердің қазіргі даму деңгейі оларға қойылатын талаптарға сәйкес келмейді. Бұл талаптар ақпаратты сақтау саласындағы заңнаманың өзгеруі нәтижесінде пайда болады және негізінен ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етумен байланысты.

Сонымен қатар, корпоративті ақпараттық үйелермен жұмыс жасайтын пайдаланушылар жеке мақсаттар үшін пайдаланылатын жеке ақпарат қоймаларымен жұмыс істегенде сияқты жүйелерден ыңғайлылық пен пайдаланудың ыңғайлылығын қалайды. Бүгінгі таңда бұлтты сақтаудың көптеген қызметтері бар. Сонымен қатар, олардың әрқайсысы мүгедектер үшін аз мөлшерде ақы төлейдіпайдаланушы оны қосымша ақыға (жазылымға) кеңейте алады.

Кілт сөздер: бұлт, мәліметтер базасы, сервер

Иманбаева М.Ж., Абдураимова Б.К.

Облачное хранилище данных

Резюме: Хранение информации на электронных носителях присутствует в каждой организации внезависимости от ее размеров. Несмотря на постоянный прогресс в области хранения информации,текущий уровень развития корпоративных хранилищ не удовлетворяет предъявляемым к ним требованиям. Эти требования формируются в результате изменения законодательства вобласти хранения информации и связаны, в основном, с обеспечением информационнойбезопасности. Кроме этого, пользователи, работающие с корпоративными информационными системами, хотят от таких систем удобства и простоты в использовании, как при работе сперсональными хранилищами информации, используемыми в частных целях. Сегодня существует большое количество сервисов облачных хранилищ данных. Причем каждый из них предоставляет бесплатный небольшой объем с ограниченными возможностями, однако пользователь можете его расширить за дополнительную плату (подписку).

Ключевые слова: Облако, база данных, сервер

УДК 622:232

B.S. Bekzhapbarov, B.S. Beisenov, E.E. Sarybaev

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF FACING THE POLYMERBETON OPEN OPERATING WHEELS OF SUBMERSIBLE CENTRIFUGAL PUMPS

Abstract: The article is devoted to the discussion of the design features of the impellers of submersible pumps and the technology for protecting working surfaces, the latter with polymer concrete facing the frame.

Key words: pump, sand, submersible, wheel, silicone, polymer concrete, gumming, lining.

Б.С. Бекжапбаров, Б.С. Бейсенов, Е.Е. Сарыбаев
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛИЦОВКИ ПОЛИМЕРБЕТОНОМ ОТКРЫТЫХ РАБОЧИХ КОЛЕС ПОГРУЖНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Аннотация: Статья посвящена обсуждению особенностей конструктивного исполнения рабочих колес погружных насосов и технологии защиты рабочих поверхностей, последних облицовкой каркаса полимербетоном.

Ключевые слова: насос, песковый, погружной, колесо, силикон, полимербетон, гуммирование, облицовка.

Разработка месторождений полезных ископаемых ПСВ в подавляющем большинстве случаев сопровождается откачкой больших объемов жидких сред. Известно, что при больших отборах жидкости из скважин, погружные электрические центробежные насосы типа ПНВ наиболее экономичны и менее трудоемки при их обслуживании в сравнении с компрессорными насосами других типов.

Однако, в настоящее время ресурс отечественных насосов существенно ниже, чем у зарубежных аналогов. Сравнительно невысокий ресурс отечественных насосов обусловлен, прежде всего, большой интенсивностью изнашивания поверхностных слоев рабочих колес и их низкой усталостной прочностью. Кроме того, ресурс рабочего колеса в 1.5-2 раза ниже ресурса других деталей насоса (вала, корпуса, цилиндра), что предопределяет их разноресурсность и снижает эффективность эксплуатации. Так на замену наиболее нагруженного рабочего колеса насоса требуется около 500 нормо-часов

рабочего времени, что приводит к простоям дорогостоящего оборудования. Поэтому выбор и обоснование методов повышения ресурса насосов является актуальной научной задачей.

Главной особенностью изготовления литых деталей является то, что все их свойства (физические, химические, механические и др.) формируются только при одном металлургическом переделе – при заливке жидкого сплава в литейную форму и его кристаллизации в ней. Только термическая обработка отливок в какой-то мере улучшает их механические свойства. Формирование отливки в литейной форме происходит при фазовых превращениях сплава в процессе его охлаждения. Фазовые превращения сопровождаются усадочными явлениями, перекристаллизацией, ликвацией, возникновением внутренних напряжений, газовыделением и пр. Все эти металлургические явления способствуют образованию различных литейных дефектов, которые в значительной степени снижают свойства отливки и соответственно литой детали.

Другими словами, технология изготовления отливки в значительной мере формирует и определяет ее качество, а значит, и качество литой детали.

В машиностроении одним из путей совершенствования конструкции является переход от стальных и чугунных корпусов к корпусам из легких сплавов (алюминиевых, магниевых), неметаллических или композиционных материалов, что особенно важно в редукторах малой мощности. В таких корпусах толщина стенки, определяемая технологическими возможностями литья, больше толщины стенки, необходимой из условия прочности.

В последние годы большое внимание уделяется работам по борьбе с абразивным износом путем гуммирования деталей оборудования специальными сортами резин. Под гуммированием понимают покрытие резиной металлических поверхностей или металлоарматуры деталей с целью защиты их от гидроабразивного износа, коррозии и других эрозионных разрушений. В начале 60-ых годов гуммированные детали начали использовать в качестве рабочих деталей песковых и грунтовых насосов. Но и эта технология не привела к существенному повышению износостойкости.

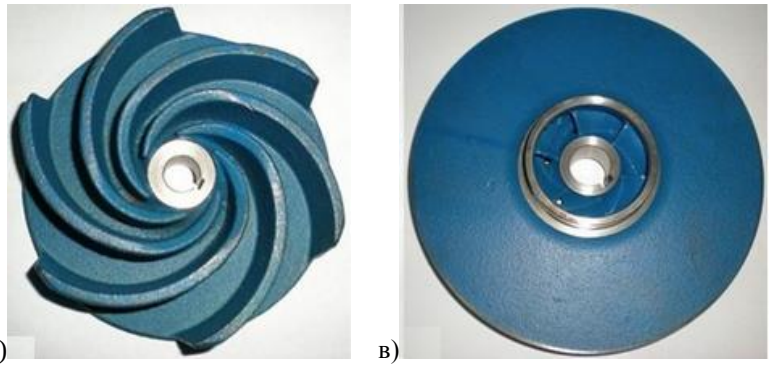


Рис. 1. Гуммированное рабочее колесо насоса до и после эксплуатации

Эксплуатация полимербетонных изделий и конструкций, в том числе различных емкостей, травильных и электролизных ванн, в производственных условиях при воздействии высокоагрессивных сред показала их высокую надежность и эффективность. Среди наиболее интересных областей применения в зарубежной практике следует отметить использование полимербетонов для изготовления труб, коллекторов, емкостей для хранения агрессивных жидкостей, при строительстве подводных сооружений, ремонте и восстановлении строительных конструкций. Новым и весьма эффективным является употребление полимербетонов (вместо металла) для изготовления корпусов редукторов, центробежных насосов и тому подобных изделий, а также станин высокоточных станков.

Полимербетоны представляют собой новые эффективные химически стойкие материалы, у которых степень наполнения минеральными наполнителями и заполнителями доходит до 90–95% массы. Эти новые материалы, созданные советскими учеными, стоят вне конкуренции с другими наполненными полимерными композициями по расходу полимерного связующего, которое составляет всего 5–10% общей массы полимербетона; естественно, стоимость такого материала сведена к минимуму. При сравнительно небольшом расходе полимерного связующего на единицу массы полимербетоны обладают высокой плотностью, прочностью, химической стойкостью и многими другими положительными свойствами. При этом высокая степень наполнения позволяет резко снизить усадку, которая становится равной усадке цементных бетонов, и существенно повысить модуль упругости, что позволяет применять такие бетоны в несущих и весьма ответственных конструкциях.

Применение полимерных композиций для изготовления рабочих колес центробежных насосов связано со значительными технологическими трудностями. Колесо центробежного насоса представляет собой пространственную конструкцию открытого (рис.2,а) либо закрытого типа (рис. 2, в). Но колеса закрытого типа, состоящие из основного 1 и покрывного 3 дисков, соединенные спиральными лопатками 2 представляют особую трудность их можно изготавливать двумя путями — прессованием и литьем под давлением.



а) в)

Рис. 2. Рабочее колесо открытого (а) и закрытого типа (в)

На современном этапе мы остановились на технологии облицовки каркаса рабочего колеса полимербетон. Для облицовки каркаса рабочего колеса насоса использовали состав на основе бутового щебня, который показал наилучшие характеристики по прочности: предел прочности при изгибе $\sigma_{изг.ср.} = 82{,}99 МПа$ предел прочности на сжатие $\sigma_{сж} = 130{,}28$ МПа.

Полимербетон, заложенный в качестве материала для облицовки колес по эксплуатационным характеристикам значительно превосходит и бетоны, и натуральный камень.

Компоненты:

· Натуральный наполнитель, крупная фракция – бутовый щебень (ГОСТ 8267 и ГОСТ 10260, фракция 1,6...2,4 мм.). Процентное содержание базового наполнителя - 51%;

· Среднефракционный наполнитель - кварцевый песок (ГОСТ 8736, фракция 0,5...1,3 мм.) – 21%;

· Мелкофракционный наполнитель – кварцевая мука (ГОСТ 8736). Содержание - 11%;

· Связующий компонент – фурано-эпоксидная смола ФАЭД (ТУ 59-02-039.13-78) – 15%.;

· Отвердитель - полиэтиленполиамин ПЭПА (ТУ 6-02-594-80Е) – не более 1%.

В качестве формы-матрицы было решено использовать литейный силикон. Эластичные силиконовые формы-матрицы позволяют воспроизводить и тиражировать сложные фактуры и поверхности из гипса, бетона, полимербетона, полимерных (полиэфирных и эпоксидных) смол.

Для изготовления формы было использовано рабочее колесо гуммированное резиной (рис.3.1) с которого сняли слепок.



а) *б*)

а – каркас рабочего колеса; *б* – гуммированное резиной

Рис. 3. Гуммированное рабочее колесо насоса ПВН-2

Из стальной полосы (δ=0,5 мм.) изготовили обечайку высотой равной высоте гуммированного рабочего колеса, в которую его обернули и стянули быстроразъемным хомутом.



Рис. 4. Обечайка с быстроразъемным хомутом

В полученную форму поэтапно – на первом этапе, со стороны крыльчатки, а затем со стороны резьбовой втулки залили литейный силикон. Получили две отливки: отливку внешнего (рабочего) контура крыльчатки и отливку тыльной стороны колеса (рис.3.)

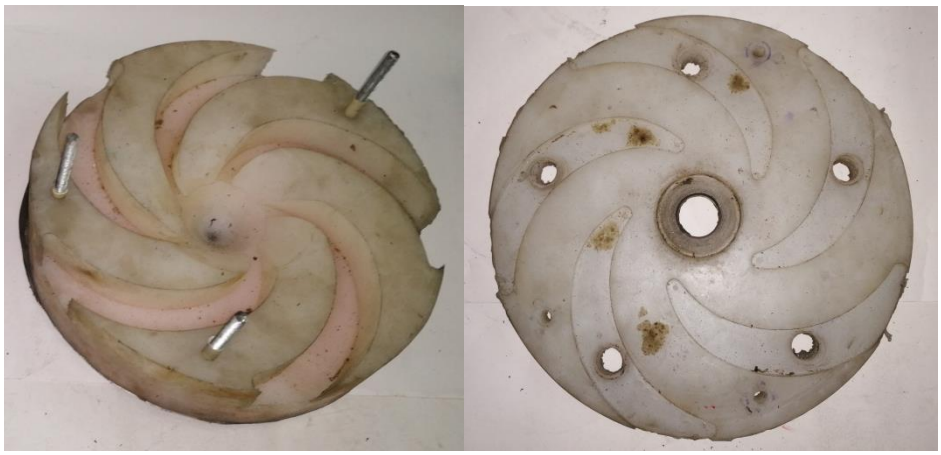


Рис. 5. Отливки форм рабочего колеса из литейного силикона

В качестве базы для ориентации форм относительно оси вращения использовали отрезок вала с резьбовым участком и дистанционную втулку насоса к торцовой поверхности которой, прихваточными швами закрепили стальной диск диаметром 300 мм толщиной δ=5 мм. (рис.6.)



Рис. 6. Узел базирования формы

В конечном итоге получили литейный комплект (рис.7).



Рис. 7. Литейный комплект для облицовки рабочего колеса



Рис. 8. Комплект в сборе для облицовки рабочих колес

В процесс приготовление полимербетонной смеси для облицовки каркаса рабочего колеса включили следующие операции:

· промыв заполнителей;

· сушку наполнителей и заполнителей, фракционирование заполнителей;

· подготовку отвердителей и ускорителей;

· дозирование компонентов и их перемешивание.

Для укладки, разравнивания и заглаживания смеси использовали плоские шпатели. Уплотнение осуществляли на вибростоле с параметрами: амплитуда колебаний 0,4 -0,9 мм по горизонтали, 0,2-0,4 мм по вертикали, частота 2600 кол/мин. Признаком хорошего уплотнения смеси служило выделение на поверхности изделия жидкой фазы.

Т.к. набор прочности полимербетонов в естественных условиях происходит в течении 28 – 30 суток, процесс ускорили сухим прогревом в течении 6 – 8 ч термошкафу при температуре 80 – 100°С.

Для финишной обработки поверхности облицованного полимербетоном рабочего колеса использовали гелькоут. Применением гелькоута добились не только эффекта глянцевого покрытия, но и повысили гидрофобность поверхностного слоя рабочего колеса.





Рис. 9. Рабочее колесо насоса облицованное полимербетоном

Облицованное колесо подвергли ВИК (визуально измерительному контролю) и механическим испытаниям:

- отклонение геометрических размеров колеса от размеров на рабочем чертеже *Ø, B, L, h* … ± 1…2 мм;
- несоосность по отношению к контрольному отрезку вала ± 1 мм.;
- радиальное биение торцовой поверхности ± 1,5 мм.;
- глубина поверхностных дефектов < 2мм.;
- высота неровностей по отношению к базовым плоскостям < 2 мм.;
- прочность на изгиб контрольных образцов отлитых из той же партии смеси ≈ 89,6 МПа.;
- прочность на сжатие контрольных образцов отлитых из той же партии смеси ≈ 115,6 МПа.;
- масса облицованного полимербетоном колеса составила 5,175 кг, что на 1 кг была больше гуммированного (4,2 кг).

После обработки гелькоутом все поверхностные дефекты удалось устранить.

Для оценки качества литья и эксплуатационной надежности контрольный экземпляр рабочего колеса был установлен на действующей установке ПНВ-2 для перекачки шламов.

Ручная прокрутка рабочего колеса не выявила существенных отклонений, и насос после холостой прокрутки был запущен в эксплуатацию. Рабочие параметры насоса, такие как рабочее давление, производительность, уровень вибрации существенно не изменились.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Поветкин В.В., Лем В.П. Гидроабразивный износ грунтовых и песковых насосов //Вестник КазНТУ. – Алматы, 2008. - №6(69). – С.51-54.

[2] Лем В.П., Кабулов А.А. Износ бронедиска грунтового насоса и способ увеличения срока службы бронедиска //Международная конференция. Форсированное индустриально-инновационное развитие в металлургии. – Алматы: КазНТУ, 2010. – С. 182-184.

[3] Поветкин В.В., Лем В.П. Проблема гидроэрозии рабочих деталей грунтовых насосов / Первая международная научно-техническая конференция. Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства, том 1. – Алматы, 2010. – С.53-55.

[4] Ахымбаев Д.Г., Орынбасаров Н. Ә., Бейсенов Б.С. Полимербетон в практике металлургического машиностроения. Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие горно-металлургического комплекса», 2017.- С.141-144.

[5] Елагин Е.Е., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е. Технология изготовления форм для литья корпусных деталей из полимербетона.- Сборник трудов Международной научно-практической конференции «РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИИ 4.0», КазНИТУ им.К.И.Сатпаева. 2019.

Бекжапбаров Б.С., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.

Технологиялар машиналары эстердіді техникалық қызмет картасы машиналары

Түйіндеме: Мақалада технологиялық машиналардың жылдамдықты пневматикалық қозғалысының бөлігі ретінде айналмалы әрекеттің электрлік икемді раковиналарын есептеуге арналған жобалау ерекшеліктері мен әдістерін талқылауға арналған.

Түйінді сөздер: куат, икемді, қабық, айналмалы, әрекет, конвейерлік таспа.

УДК 66.011; 61.35.29; 53.39.31; 87.53.15

M. Utegenova, M. Sadenova, B. Azamatov, D. Dogadkin
(Advanced Devalopment Center «VERITAS», D.Serikbayev East-Kazakhstan State Technical Uneversity, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan;
E-mail: mika004@mail.ru)

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL TOOLING FOR SYNTHESIS OF CERAMIC MATERIALS BASED ON MODELING

Abstract: In this work used modeling techniques for the synthesis of ceramic block carriers for catalysts from natural raw materials of the East Kazakhstan region and industrial wastes (metallurgical slags) using powder metallurgy methods. For visualization of the process of synthesis of ceramic materials using the program SolidWorks Flow Simulation module simulated the extrusion process. For calculations, a model of the flow of a non-Newtonian fluid was chosen. On the basis of the obtained data, the technological tooling has been improved. Experimentally obtained prototypes of block ceramics. The results of the study can be used to simulate and optimize the extrusion process.

Key words: Modeling, extrusion, matrix, block ceramics, catalyst carrier

М. Утегенова, М. Саденова, Б. Азаматов, Д. Догадкин
(Центр Опережающего Развития «VERITAS», Восточно-Казахстанский Государственный Технический Университет им. Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан; E-mail: mika004@mail.ru)

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ СИНТЕЗА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация: В работе использованы приемы моделирования для синтеза блочных керамических носителей для катализаторов из природного сырья Восточно-Казахстанской области и техногенных отходов (металлургических шлаков) методами порошковой металлургии. Для визуализации процесса синтеза керамических материалов с помощью программы SolidWorks модуля Flow Simulation выполнено моделирование процесса экструзии. Для расчетов была выбрана модель течения Неньютоновской жидкости. На основании полученных данных усовершенствована технологическая оснастка. Экспериментально получены опытные образцы блочной керамики. Результаты исследования могут быть использованы для моделирования и оптимизации процесса экструзии.

Ключевые слова: Моделирование, экструзия, матрица, блочная керамика, носитель катализатора.

Введение. Математическое моделирование как способ исследования сформировалось в последние десятилетия 20 века и служило для решения теоретических и практических проблем в инженерных областях науки. Необходимость решения сложных задач, возникающих в технологических процессах, которое совпало со стремительным развитием компьютерных технологий позволило с помощью компьютерных симуляций химико-технологического процесса выявлять основные закономерности исследуемых явлений [1]. Использование способов моделирования позволяет учитывать различные химические и физические параметры процесса и создавать компьютерную модель, описывающую состояние системы с высокой степенью точности. Современные программные продукты различных физико-химических процессов позволяют не только прогнозировать и оценивать показатели качества продукции, но и управлять технологическими процессами, определять наилучшие технологические параметры, режимы и др. [2]. Особенно важным является решение этих вопросов для производственных линий, имеющих многостадийную организационную структуру, к которым, относится синтез широкого ассортимента каталитических керамических материалов. Сложность управления и исследования свойств различных типов каталитических материалов обусловлена выбором метода изготовления, многообразием физико-химических процессов переработки сырья, чувствительностью при выборе управляющих воздействий на ключевых стадиях (гранулирование, экструзия, сушка, прокаливание, пропитка) [3]. Для экологического катализа, включающего очистку выбросных газов наиболее перспективными считаются катализаторы блочной структуры [4]. Блочные катализаторы преимущественно изготавливают на керамическом носителе. Роль носителя заключается в улучшении структуры катализатора (повышение пористости, удельной поверхности). Одной из главных причин использования блочной формы в экологическом катализе являются лучший массообмен, низкий перепад давления, термическая стабильность и хорошая механическая прочность по сравнению с другими каталитическими структурами, такими как гранулы, таблетки или порошки [5]. Блочные системы представляют собой однородные блоки, состоящие из параллельных каналов, которые получают методом экструзии [6]. Известно, что характерной особенностью экструзии как промышленного метода изготовления различного рода материалов является применение исходного сырья в виде порошков, которые затем продавливаются через специальную технологическую оснастку (матрицу) и формуются в изделия заданных размеров [7]. Сложность соблюдения требований стандартов качества к блочным катализаторам обусловлена зависимостью от множества технологических параметров. Это требует большого количества экспериментов и теоретических исследований. При этом одной из важнейших задач является обработка и анализ экспериментальных данных, что зачастую представляет серьезную проблему из-за большого объема данных, сложных методов их обработки и интерпретации результатов. Важнейшим инструментом решения задач исследования является математическое моделирование. Возможности моделирования, то есть перенос результатов, полученных в ходе исследования модели, на оригинал, основаны на том, что модель в определенном смысле отображает (воспроизводит, моделирует, описывает, имитирует) интересующие исследователя черты объекта, что позволяет проводить всесторонние исследования и изменять базовые параметры модели в широком диапазоне [8].

В настоящей работе в основу технологии синтеза блочных керамических носителей положены классические методы порошковой металлургии. С одной стороны, прогресс в технологии порошковой металлургии позволяет постоянно разрабатывать современные материалы, такие как композиты - материалы, образованные из двух (или более) компонентов (например, металлические, интерметаллические или керамические) с различными физическими и химическими свойствами, которые вместе дают улучшенные характеристики по сравнению с исходными компонентами, с другой - технология порошковой металлургии включает различные приемы формования, что открывает широкие возможности по разработке керамических изделий новых геометрических форм для разных целей, в том числе и для катализа.

Для изготовления керамических блочных носителей катализаторов методами порошковой металлургии предлагается использовать природные алюмосиликаты и техногенное сырье (шлаки металлургических производств) по методике, предложенной авторами [9]. Возможность использования природных алюмосиликатов Казахстана в составе катализаторов комплексной очистки газа ранее изучена в работе [10]. В последнее время, уникальные химические свойства металлургических шлаков привлекли внимание к производству материалов для применения в окружающей среде для использования в качестве адсорбентов, катализаторов или источника активных веществ в инженерии окружающей среды [11]. Однако использование как природных алюмосиликатов, так и техногенных материалов ограничивается из-за непостоянства химического состава и недостаточность знаний физико-химических свойств [12].

В практической деятельности часто требуется оценить параметры, то есть построить математическую модель и найти численные значения параметров этой модели. В качестве исходных данных для построения модели служат результаты эксперимента, который представляет собой совокупность нескольких измерений, выполненных по определённому плану. В настоящей работе синтез носителей осуществляется методами порошковой металлургии, поэтому в качестве варьируемых параметров использовали состав формовочной массы, температуру термической тренировки, величину давления прессования и другие характеристики процесса синтеза.

Поскольку в Казахстане отсутствует промышленное производство катализаторов, наряду с разработкой технологии изготовления каталитической керамики необходимо было смоделировать аппаратурное оформление процесса, в том числе технологический инструментарий – технологическую оснастку (матрица, пуансон).

На основании вышеизложенного можно заключить, что разработка и внедрение в опытно-промышленную эксплуатацию системы моделирования процессов получения керамических материалов является актуальной и экономически обоснованной задачей.

Методология проведения исследований. В работе для производства керамических носителей катализаторов использовалось глинистое сырье - цеолит месторождения Тайжузген и бентонит месторождения Таганское, а также представительные технологические пробы шлаков медного и свинцового производств.

Использование природного и техногенного сырья требует разработки новых технологических приемов для массоподготовки и формования. Сложность производства сотовых блоков керамических катализаторов обусловлена тем, что на процесс экструзии порошка в матрице влияет ряд факторов, включая размер частиц, форму, состав, а также конструкционные особенности технологической оснастки и другие [13]. Поэтому в данной работе предлагается использование системы моделирования для изучения влияния факторов на процесса экструзии.

Для получения блочных керамических материалов методом экструзии, основанным на продавливании пластической массы через формующую головку с каналами, была изготовлена техническая оснастка из конструкционной легированной стали с высокой прочностью, вязкой сердцевиной и высокой поверхностной твердостью, предназначенная для изготовления изделий, работающих при больших скоростях и повышенных удельных давлениях под действием ударных нагрузок, включающую матрицу с формующим пуансоном (рисунок 1).



Рис. 1. Общий вид технической оснастки для экструзии (матрица)

Формование блочных керамических носителей осуществляли на универсальной машине Shimadzu Autograph AG-Xplus [14]. Мощность машины 10кН. Используемое программное обеспечение TRAPEZIUM X, позволяющее полностью контролировать процесс испытания через ПК. Исследование шероховатости внутренней полости технической оснастки проводили с использованием бесконтактного 3d профилометра «Micron-beta» [15]. «Micron-beta» («Micron-alpha») позволяет получить 2D и 3D профили поверхности; количественно оценивать характеристики поверхности; вычислять объем выступа (впадины); наблюдать интерференционные картины; проводить металлографические исследования. «Micron-alpha» («Micron-beta») имеет следующие характеристики: поле сканирование, мкм - 100х90; разрешение по горизонтали, мкм - 0,16; по вертикали, нм – 3; время получения 3D топографии, мин - 0,5 – 5. «Micron-alpha» («Micron-beta») позволяет регистрировать топографию поверхности путем обработки последовательности интерференционных данных (картин), регистрируемых цифровой камерой при смещении опорного (эталонного) зеркала [16].

Разработка модели технологической оснастки и процесса экструзии проводили методом компьютерного моделирования с использованием САПР SolidWorks, а именно с помощью модуля Flow Simulation. Продукт Flow Simulation базируется на принципе использования расчетной прямоугольной сетки, пересекающей произвольным образом поверхность модели, созданной в системе графического проектирования. Преимущества такой технологии – универсальность, надежность, простота использования [17]. Flow Simulation имеет ряд особенностей: имеет единую среду проектирования; работает с 3D моделями; решает различные задачи (стационарные и нестационарные; сжимаемые и несжимаемые среды, до-, транс- и сверхзвуковые, ламинарные, турбулентные и переходные течения; учет неньютоновских жидкостей, шероховатости стенок, свободной, вынужденной или смешанной конвекции и многие другие); имеет возможность задавать разнообразные граничные условия (скорость, давление, массовый и объемный расход; температура, примеси, турбулентность); имеет средства управления расчетной сеткой и управления результатами; имеет средства визуализации результатов [18]. Исходя из особенностей и преимуществ этого продукта именно он и был выбран для решения поставленных задач. Для проведения моделирования была создана 3D модель технологической оснастки.

Для расчетов была выбрана модель течения Неньютоновской жидкости. При использовании данного метода задаются условия проскальзывания, которые применяются ко всем стенкам модели, а также предел текучести. Моделирование проводилось при следующих параметрах: предел текучести – 5,8 Па; шероховатость – 10 мкм; скорость подачи пуансона – 0,5 мм/с (30 мм/мин); давление на выходе – 101 325 Па.

Результаты и обсуждение. Процесс синтеза керамических материалов из смеси природного и техногенного сырья в виде сотовых блоков, предназначенных для использования в качестве носителей катализаторов для экологического катализа является многоступенчатым и зависит от многих технологических факторов. Для планирования экспериментальной части работы необходимо ограничить количество варьируемых величин для оценки воздействия каждого параметра в отдельности и в совокупности. Технологические схемы производства керамических материалов в зависимости от виды исходного сырья, аппаратурного оформления и последовательности стадий отличаются большим разнообразием. В настоящей работе проведено исследование отдельных ключевых стадий процесса синтеза в различных режимах функционирования.

На первом этапе проводился поиск состава шихты на основе отечественных природных алюмосиликатов и металлургических шлаков с высокими показателями пластичности для получения блоков сотовой структуры с требуемыми характеристиками. Формование блочных носителей катализаторов проводили с использованием технологической оснастки, представленной на рисунке 1. Несмотря на высокие показатели пластичности формовочной массы, полученной путем варьирования в широком диапазоне количества исходных компонентов (цеолитов и бентонитов различных месторождений, а также шлаков свинцового и медного производств) обеспечить получение керамических материалов с заданными свойствами не удалось. Основная проблема заключалась в разрушении целостности синтезируемой массы на выходе из фильеры. При изготовлении опытной партии методом экструзии по разрабатываемой технологии (ранее описанной в [9]) с использованием специально изготовленной технической оснастки наблюдались деформация и разрушение 2/3 формируемого на выходе из фильеры части образца керамики. Только 1/3 часть полученного образца керамики соответствовала ожидаемым результатам (рисунок 2).

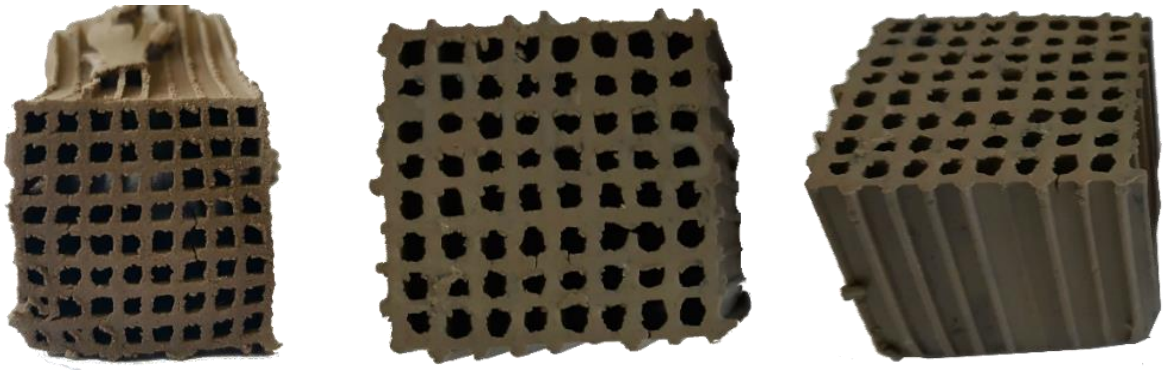


Рис. 2. Опытный образец блочной керамики

Известно, что в процессе прессования увеличивается контакт между частицами порошка, уменьшается пористость, деформируются или разрушаются отдельные частицы, и прочность получаемого материала обеспечивается силами механического сцепления частиц порошка, силами притяжения и трения. С увеличением давления прессования прочность заготовки выдавливаемой через фильеру в процессе экструзии также возрастает. Фильера, использованная в работе, была изготовлена по индивидуальному заказу авторов. От качества фильеры зависит не только производительность оборудования, но и качество готового изделия.

На основании обзора научной литературы и практических данных установлено, что важнейшей характеристикой технологической оснастки, используемой для экструзии и прессования керамических материалов является качество внутренней поверхности матрицы.

На следующем этапе проведено исследование внутренней поверхности изготовленной металлической матрицы, которое показало наличие шероховатости на внутренней стенке. Предположено, что выявленные дефекты оснастки могут являться причиной неравномерного распределения нагрузки и как следствие препятствовать формированию заданной структуры синтезируемого материала. Для выявления причин разрушения было проведено исследование технической оснастки с применением бесконтактного 3d профилометра «Micron-beta». Были сделаны снимки рельефа поверхности технической оснастки (матрицы). В качестве поверхности были выбраны стенки по которым производилась выдавливание керамической массы. Анализ поверхности показал, что шероховатость поверхности сильно различается между собой и составляет значения для: Rz – 7,674; 7,420; 6,003; 3,710; 2,301; Ra – 2,049; 2,130; 2,02; 0,712; 0,595. Среднее значение шероховатости по Rz 5,4216 и Ra 1,5012. Результаты анализа показали, что причиной деформации и разрушения являются заусенцы вследствие недостаточной чистоты поверхности матрицы. Предположено, что из – за пульсации давления в угловых областях формующей головки происходит периодическое проскальзывание смеси, которое влияет на величину давления в выходном сечении фильеры. В связи с этим изготовленную технологическую оснастку необходимо довести до требуемых характеристик, так как для экструзии особое значение имеет обеспечение стабильного качества формируемого изделия в процессе работы. Для удаления обнаруженных с помощью профилометра неровностей и царапин на поверхности фильеры проведена полировка поверхности с последующей финишной очисткой в ультразвуковой ванне.

Разработка компьютерного моделирования процесса синтеза позволила повысить информативность и эффективность процесса получения новых керамических материалов. Созданный виртуальный прототип изделия (электронная модель изделия), содержит в себе всю информацию о его геометрии, требования к изготовлению и контролю. Так, для визуализации процесса получения новых керамических материалов методом экструзии с помощью программы SolidWorks была получена трехмерная (3D) модель (рисунок 3).

На основании полученных данных, был экспериментально выполнен процесс экструзии на натуральном материале из смеси глинистого сырья - цеолита месторождения Тайжузген и бентонита месторождения Таганское, а также технологических проб шлаков медного и свинцового производств при заданных параметрах для Неньютоновской жидкости на универсальной машине Shimadzu Autograph AG-Xplus. Готовый образец блочного носителя катализатора показан на рисунке 4.

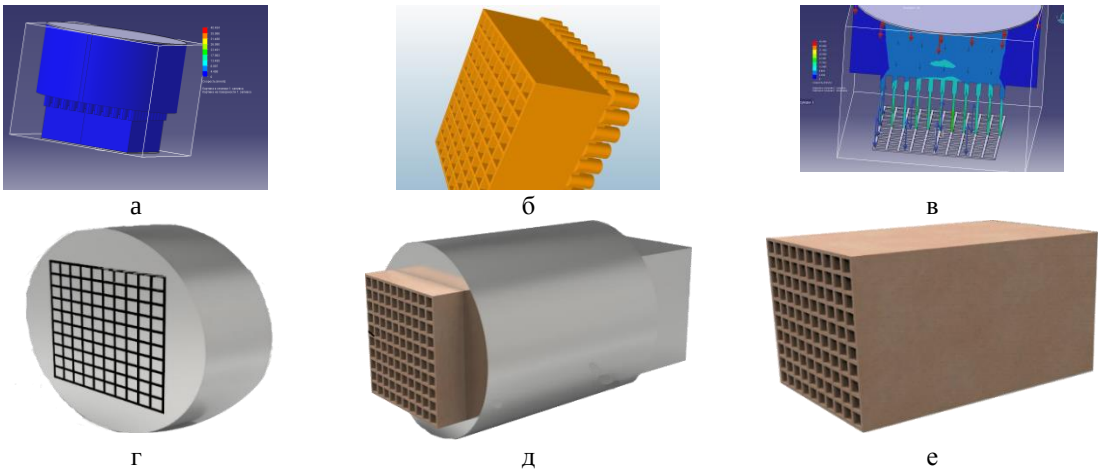


Рис. 3. Моделирование процесса экструзии для производства блочной керамики



Рис. 4. Опытный образец блочной керамики при скорости 30 мм/мин.

Заключение. Разработка компьютерной модели основных стадий изготовления керамики способствовала выявлению параметра, требующего доработки и обеспечила синтез нового материала с заданными свойствами в результате усовершенствования технологической оснастки (матрицы) путем дополнительной полировки внутренней поверхности матрицы. Расчеты показали, что необходимым условием для обеспечения качества синтезируемого продукта является скольжение шихты по стенке фильеры. Моделирование процесса экструзии позволило рассчитать скорость подачи пуансона (30 мм/мин) для равномерной экструзии при которой пластичная масса, проходящая через матрицу, формируется в соответствующую конструкцию без разрушения. Полученные опытные образцы блочной керамики отвечают теоретически рассчитанным моделям. Величина погрешности между теоретическим моделированием и практическим изготовлением модели составила 8%. Таким образом, обоснована целесообразность предварительного компьютерного моделирования процесса изготовления образцов блочной керамики различных форм и размеров для сокращения затрат и исключения ошибок при последующем синтезе материалов. Результаты исследования могут быть использованы для моделирования и оптимизации процесса экструзии.

ЛИТЕРАТУР

[1]. Дворжак Е. Ю. Трехмерное компьютерное моделирование в условиях глобализации // Международный научный журнал «символ науки». – 2016. - №4. – С. 92-95.

[2]. Корниенко И.Г. Система компьютерного моделирования для исследования и управления качеством высокотемпературных керамических материалов: автореф. … канд. техн. наук: 05.13.18. – Санкт-Петербург, 2014. – 16 с.

[3]. Govender S., Friedrich H.B. Monoliths: A Review of the Basics, Preparation Methods and Their Relevance to Oxidation // Catalysts. – 2017. – № 62. – P. 1-29. doi:10.3390/catal7020062.

[4]. Nosewicz S., Rojek J., Chmielewski M., Pietrzak K. Discrete Element Modeling of Intermetallic Matrix Composite Manufacturing by Powder Metallurgy // Materials (12). – 2019. – № 281. – P. 1-18. doi:10.3390/ma12020281 P.1-18.

[5]. Boger T. Monolithic Catalysts for the Chemical Industry // Ind. Eng. Chem. Res. – 2004. - № 43. – P. 4602-4611.

[6]. Sylvester O. Omole*, Abel A. Barnabas, John F. Akinfolarin. Production and evaluation of ceramic and metal matrix composite by powder metallurgy // Res. Eng. Struct. Mat. (1). – 2015. - № 2. – P. 73-79.

[7]. Fan P.M., Zhen K.F., Zan Z.Y., Chao Z., Jian Z., Yun J.Z. Preparation and development of porous ceramic membrane supports fabricated by extrusion technique // Chemical Engineering Transactions. – 2016. - № 55. – P. 277-282. doi:10.3303/CET16550472016.

[8]. Крючков Д.И., Залазинский А.Г. Моделирование и выбор оптимальной формы матрицы на основе оценки поврежденности для прессования биметаллических проводников // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11 (часть 3) – С. 619-624.

[9]. Саденова М.А., Клемеш И.Я., Варбанов П.С., Утегенова М.Е., Жакупова Г.Б. Особенности синтеза новых материалов из отечественного природного и техногенного сырья // Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию образования ВКГТУ им. Д. Серикбаева, «Роль университетов в создании инновационной экономики». - Усть-Каменогорск, 2018. - С. 292-298.

[10]. Sadenova M.A., Abdulina S.A., Tungatarova S.A. The use of natural Kazakhstan zeolites for the development of gas purification catalysts // Clean Techn Environ Policy. – 2016. - № 18. – P. 449-459. doi:10.1007/s10098-015-1018-6.

[11]. Montoya-Bautista C.V., Avella E., Ramírez-Zamora R.M., Schouwenaars R. MetallurgicalWastes Employed as Catalysts and Photocatalysts for Water Treatment: A Review // Sustainability. – 2019. - № 11. – P. 1-16. doi:10.3390/su11092470.

[12]. Wózniak J., Pactwa K. Overview of Polish Mining Wastes with Circular Economy Model and Its Comparison with Other Wastes //Sustainability. – 2018. - № 10. – P. 1-15. doi: 10.3390/su10113994.

[13]. Rojek J., Nosewicz S., Jurczak K., Chmielewski M., Bochenek K., Pietrzak K. Discrete element simulation of powder compaction in cold uniaxial pressing with low pressure // Comp. Part. Mech. – 2016.- № 3. – P. 513–524 doi:10.1007/s40571-015-0093-0.

[14]. Официальный сайт компании «Shimadzu» (Япония) мирового производителя аналитического и испытательного оборудования для лабораторий [Электронный ресурс] / Оборудование. – Режим доступа: https://www.shimadzu.ru/ag-xplus.

[15]. Оборудования лаборатории передовой науки и техники ЦОР “VERITAS” ВКГТУ им.Д.Серикбаева [Электронный ресурс] / Оборудование. – Режим доступа: https://nmetau.edu.ua/file/ktechmah.

[16]. Невлюдов И. Ш., Жарикова И. В., Перепелица И. Д., Резниченко А. Г. Анализ методов контроля шероховатости подложек для изделий электронной техники // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. - № 68. - С. 25-30.

[17]. Сотник С.В., Малафеев Д.А. Современные средства проектирования технологической оснастки // Технология приборостроения. – 2013. - № 1. - С. 30-34.

[18]. Лозбенева А. Д., Лошкарев А. Н. Исследование закономерностей истечения газа из Т-образного наконечника // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве. - 2015. - С. 88-92.

Катализаторларға арналған блокты керамикалық тасымалдаушылар синтезінің сапасын басқару үшін үлгілеу әдістерін қолдану

Түйіндеме. Жұмыста ұнтақты металлургия әдісімен Шығыс Қазақстан облысының табиғи шикізаты мен техногенді қалдықтарынан (металлургиялық қож) алынған катализаторларға арналған блокты керамикалық тасымалдаушылар синтезі үшін үлгілеу әдістері қолданылған. Керамикалық материалдардың синтезделу үрдісін визуализациялау үшін Flow Simulation модульді SolidWorks көмегімен экструзия үрдісін үлгілеу жүзеге асырылды. Есептеу барысында Ньютондық емес сұйықтық ағымының үлгісі таңдап алынды. Алынған мәліметтер негізінде технологиялық жарақтандыру жетілдірілді. Блокты керамиканың тәжірибелік үлгілері алынды. Зерттеу нәтижелері экструзия үрдісін үлгілеу және оңтайландыру үшін қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: Үлгілеу, экструзия, матрица, блокты керамика, катализатор тасымалдаушысы

УДК 004

K.K. Kaparov, S.M. Lutsak
(M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan.
E-mail: sveta_lutsak@mail.ru)

DEVELOPMENT OF A PROGRAM-SIMULATOR FOR THE DISCIPLINE "INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES"

Abstract. This article discusses the developed specialized training program-simulator for the discipline "Information and communication technologies." The program has the ability to select the interface language (Russian, English, Kazakh), allows you to translate special discipline terms from any of these three languages into any of them, and at the user's request provides a definition of the term in any of the specified languages. The program implemented the ability to test on the discipline on the basis of test tasks in various modes. The program can be used in the educational process, which allows to solve a number of tasks for its optimization, contributes to enhancing the active role of the student through his inclusion in various activities, including self-development, the development of his motivation to educational activities, which, in turn, affects improving the quality of the educational process.

Key words. Information and communication technologies, program-simulator, user interface, learning process, translation, testing.

К.К. Капаров, С.М. Луцак
(Северо-Казахстанский государственный университет имени М.Козыбаева, Петропавловск, Республика Казахстан. E-mail: sveta_lutsak@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ-ТРЕНАЖЕРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Аннотация. В настоящей статье рассматривается разработанная специализированная учебная программа-тренажер по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии». Программа имеет возможность выбора языка интерфейса (русский, английский, казахский), позволяет выполнять перевод специальных терминов дисциплины с любого из данных трех языков на любой из них и по запросу пользователя выдает определение термина на любом из указанных языков. В программе реализована возможность проведения тестирования по дисциплине по базе тестовых заданий в различных режимах. Программа может быть использована в учебном процессе, что позволяет решать ряд задач по его оптимизации, способствует повышению активной роли обучающегося через включение его в различные виды деятельности, в том числе самостоятельной, развитию его мотивации к образовательной деятельности, что, в свою очередь, влияет на повышение качества образовательного процесса.

Ключевые слова. Информационно-коммуникационные технологии, программа-тренажер, пользовательский интерфейс, процесс обучения, перевод, тестирование.

Введение

Применение в процессе обучения современных технических средств позволяет обеспечить наибольшую наглядность материала, возможность получения доступа к любому разделу изучаемого курса, возможность проверки знаний посредством тестирования. Для внедрения компьютерной техники в процесс обучения необходима разработка специализированных приложений и программного обеспечения, таких как компьютерные презентации, электронные учебники, тестирующие программы, обучающие программы, прикладные программы, виртуальные тренажеры, интерактивные приложения [1].

Информационно-коммуникационные технологии играют значительную роль в жизни современного общества [2]. В образовании они открывают совершенно новые способы обучения и являются одним из инструментов обновления и модернизации образования. Сегодня информационная компетентность обучающихся является не только одним из условий их успешной социализации в обществе, но и необходимостью для качественного освоения учебных предметов. Осуществлению этой цели, среди прочих, содействует использование преподавателем на занятиях и вне их различных интерактивных тренажеров.

В настоящее время в процесс обучения активно внедряются программные технологии на базе персональных компьютеров, применяемые для передачи студенту учебного материала и контроля степени его усвоения [3]. Среди средств новых информационных технологий одно из ключевых мест занимают интерактивные тренажеры.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью разработки специализированного учебного тренажера по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии» для формирования знаний, умений и навыков и приобретения профессиональных компетенций.

Целью исследования является проектирование и разработка интерактивного тренажера по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии».

Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующих задач:

– изучить и проанализировать имеющуюся информацию о учебных программах-тренажерах;
– изучить имеющиеся учебные программы-тренажеры;
– выполнить анализ достоинств и недостатков тренажеров-аналогов;
– разработать техническое задание;
– выполнить проектирование интерактивного тренажера по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии» средствами функционального моделирования;
– выполнить проектирование и моделирование интерактивного тренажера с помощью диаграмм UML;
– установить набор основных функций и требований к разрабатываемому учебному тренажеру;
– спроектировать и проанализировать возможности разрабатываемого учебного тренажера;
– разработать программную реализацию интерактивного тренажера;
– произвести апробацию и проанализировать полученные результаты.

Практическая значимость работы заключается в том, что использование интерактивных тренажеров позволяет решать ряд прикладных задач по оптимизации учебного процесса, повышению активной роли обучающегося через включение его в различные виды деятельности, в том числе самостоятельной, развитию его мотивации к образовательной деятельности, что, в свою очередь, влияет на повышение качества образовательного процесса.

Интерактивный тренажер – это программа, предназначенная для самостоятельного изучения (или повторения) с одновременным контролем знаний по определённой теме [4]. Тренажеры можно использовать на всех этапах урока и при любой организации учебного процесса. При этом изменяется не только содержание учебного процесса, но и содержание деятельности студента: студент становится добытчиком новых знаний, что, конечно же, повышает его творческую активность.

Положительный эффект от использования в образовательном процессе информационно-коммуникаионных средств обучения сегодня очевиден многим, потому, что они позволяют [5]:

– активизировать познавательную деятельность обучающихся и не только на уроке;

– выстраивать индивидуальный образовательный маршрут для каждого обучающегося, реализовать на практике принципы личностно-ориентированного, дифференцированного и индивидуализированного обучения;

– наполнять уроки новым содержанием, расширять образовательное пространство вокруг обучающихся;

– формировать элементы информационной культуры у студентов, совершенствовать их информационную компетентность.

Благодаря доступности средств создания тренажеров, большого выбора программных комплексов для учебных заведений, тренажеры в современном образовании занимают важное место при формировании и закреплении знаний, умений и навыков обучающегося и выполняют роль педагогического инструмента, позволяющего повысить качество образовательного процесса [6].

Методы

Для решения поставленных задач были применены методы: теоретические (анализ психолого-педагогической и научно-методической литературы [1-17]), методы проектирования информационных систем и аналитические методы.

На основе изучения и анализа концепции создания компьютерных программ [13, 14] и их использования в учебном процессе, характеристик программ-тренажеров, преимуществ их использования, существующих программ-аналогов, определен выбор средств разработки тренажера, выбрана методика проектирования с использованием диаграмм SADT [17] и UML.

Для решения задач моделирования сложных систем существуют хорошо обкатанные методологии и стандарты. К таким стандартам относятся методологии семейства IDEF. С их помощью можно эффективно отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах [9, 15, 16]. В результате построения диаграмм IDEF была спроектирована функциональная модель интерактивного тренажера по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии».

Язык UML представляет собой общецелевой язык визуального моделирования, который разработан для спецификации, визуализации, проектирования и документирования компонентов программного обеспечения, бизнес-процессов и других систем. Язык UML одновременно является простым и мощным средством моделирования, который может быть эффективно использован для построения концептуальных, логических и графических моделей сложных систем самого различного целевого назначения [10, 11]. В результате построения диаграмм UML была спроектирована объектная модель интерактивного тренажера.

Далее выполнена разработка структуры базы данных и пользовательского интерфейса программы-тренажера.

Результаты

Авторами настоящей работы разработана интерактивная программа-тренажер по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии». В статье рассматривается только пользовательская часть разработанного интерактивного тренажера. На рисунке 1 представлено главное окно тренажера.

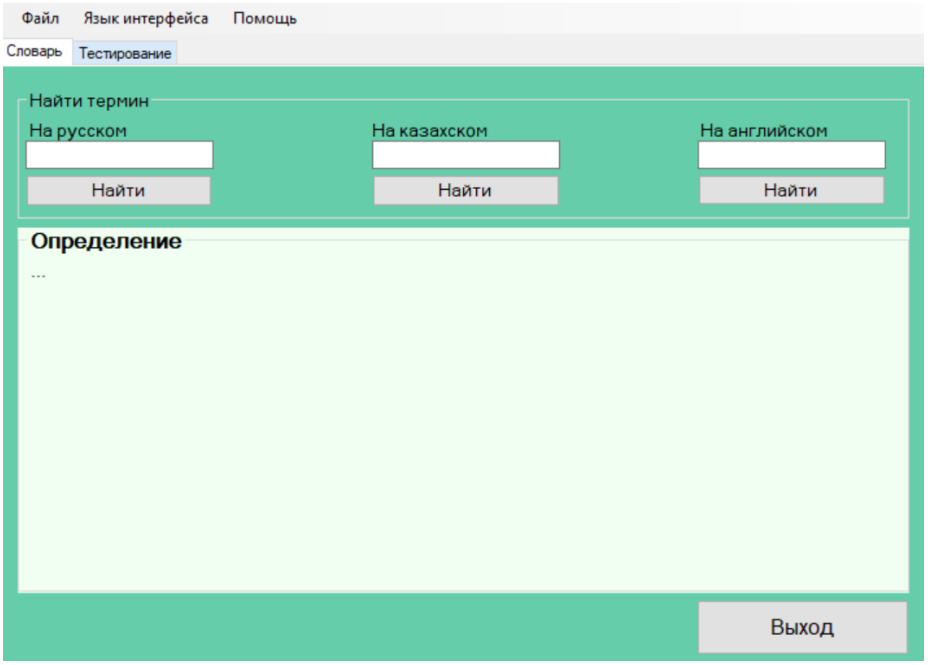


Рис. 1. Главное окно интерактивного тренажера

В верхнем левом углу страницы расположено основное меню программы. При нажатии на пункты основного меню программы открывается расположенное вертикально подменю со следующими категориями: «Файл – Войти как преподаватель», «Файл – Войти как администратор», «Файл – Выход», «Язык интерфейса – Русский», «Язык интерфейса – Английский», «Язык интерфейса – Казахский», «Помощь – Справка», «Помощь – О программе». В главной части окна расположены вкладки «Словарь» и «Тестирование».

На вкладке «Словарь», расположено два основных поля:

1. Найти – позволяет ввести термин на одном из языков, и получить ответ и определение термина на двух других языках.
2. Определение – предназначено для вывода на экран определения введенного пользователем термина.

В правом нижнем углу пользователю доступна кнопка «Выход», позволяющая быстро завершить работу интерактивного тренажера.

Окно «О программе» вызывается при последовательном выборе пунктов меню «Помощь – О программе».

На этой странице пользователь может ознакомиться с подробной информацией об авторе-разработчике данного интерактивного приложения, а также:

1. О версии интерактивного тренажера.
2. О годе выпуска и организации.
3. Краткую информацию о предназначении программы.

Пункт и окно «О программе» является важным элементом данного программного продукта, так как позволяет пользователю получать информацию не только о функциональных возможностях программы, но и о назначении программы.

Следующий важный пункт – «Справка». При последовательном выполнении пунктов «Помощь – Справка», пользователю будет открыт доступ к файлу справки. Справка представляет из себя развернутое руководство по использованию данного программного продукта.

Перейдем теперь к рассмотрению второй вкладки «Тестирование». При переходе на эту вкладку, программа автоматически подгружает из базы данных тест, который в ней представлен на данный момент. Таким образом, при переходе на данную вкладку тестирование начинается сразу.

На этапе проектирования окна тестирования упор был сделан на интуитивно понятный интерфейс с крупными и доступными текстовыми элементами, а также элементами управления в соответствии, см. рисунок 2.

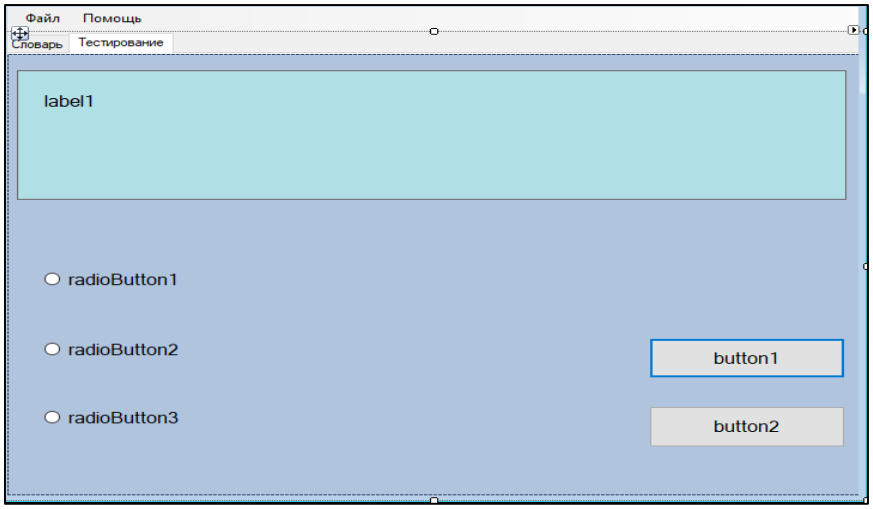


Рис. 2. Проект интерфейса вкладки «Тестирование»

Рассмотрим элементы интерфейса вкладки «Тестирование»:

1. В текстовое поле label1 выводится текст вопроса.
2. В элементах radioButton будут представлены варианты ответов.
3. Кнопка button1 позволяет выполнить переход к следующему вопросу тестирования.
4. Кнопка button2 позволяет пользователю завершить работу с программой интерактивного тренажера.

Таким образом, интерфейс вкладки «Тестирование» прост и интуитивно понятен конечному пользователю. Излишняя нагруженность интерфейса подобного класса программных продуктов является негативным фактором, отрицательно влияющем на процесс использования и целевое назначение таких программ.

В программе предусмотренна возможность для пользователей по созданию и использованию собственных тестов. Сделать это можно путем редактирвоания тектсового файла test или же testbase. Рассмотрим структуру и содержимое файла, содержащего тест, см. рисунок 3.

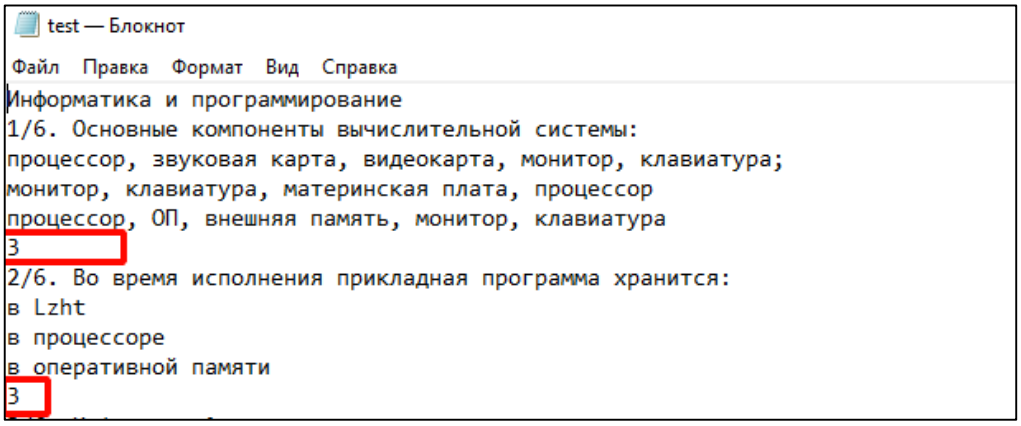


Рис. 3. Структура файла с тестом

Как можно заметить, структура файла с тестом тоже довольно проста. В качестве идентификатора начала вопроса используется обозначение m/n, где m – это номер текущего вопроса, а n – это общее количество вопросов, содержащихся в данном тесте.

Далее рассмотрим процесс работы с разработанным интерактивным тренажером. Выберем, к примеру, язык интерфейса – русский. Перейдем на вкладку «Словарь» и введем термин «Информатика» на русском языке, после чего нажмем кнопку «Найти». После выполнения этих действий в соседних полях появляются названия данного термина на казахском и английском языках. Ниже в поле «Определение» появляется определение введенного нами термина, см. рисунок 4.

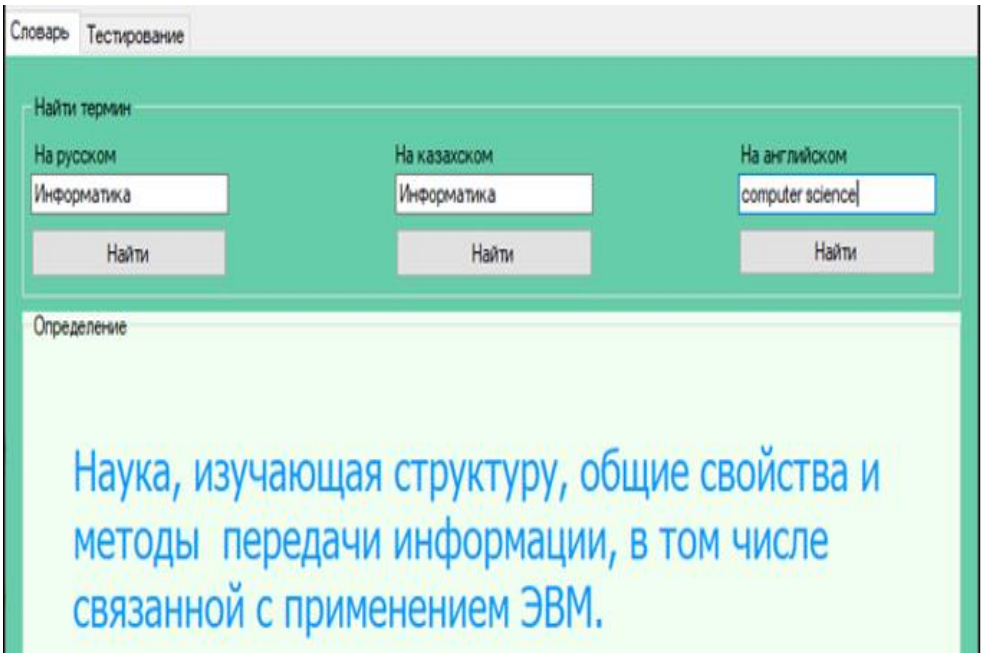


Рис. 4. Тестирование работы вкладки «Словарь»

Рассмотрим процесс работы пользователя со вкладкой «Тестирование». Итак, после перехода на рассматриваемую вкладку программа автоматически запускает процесс тестирования, см. рисунок 5.

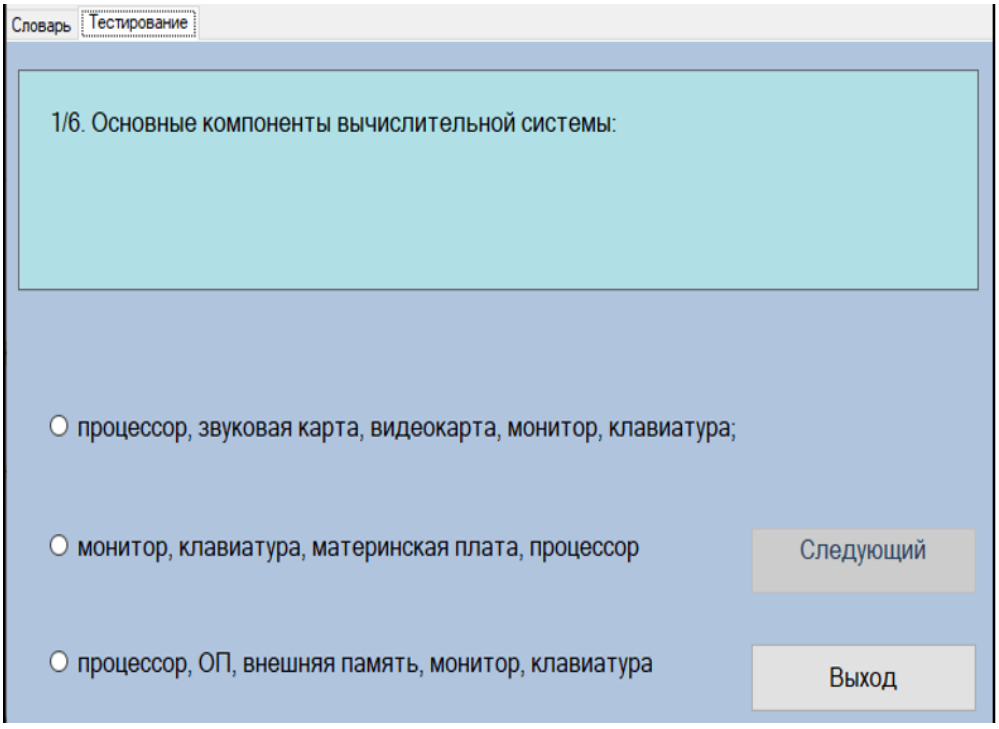


Рис. 5. Процесс тестирования

До того момента, пока пользователь не ответит на первый вопрос, кнопка «Следующий», которая осуществляет переход к следущему вопросу, будет неактивна. После ответа на первый вопрос кнопка «Следующий» становится доступной, и пользователь поочередно отвечает на вопросы теста до тех пор, пока программа не получит ответ пользователя на последний вопрос.

На рисунке 6 показана форма представления результатов завершенного тестирования.

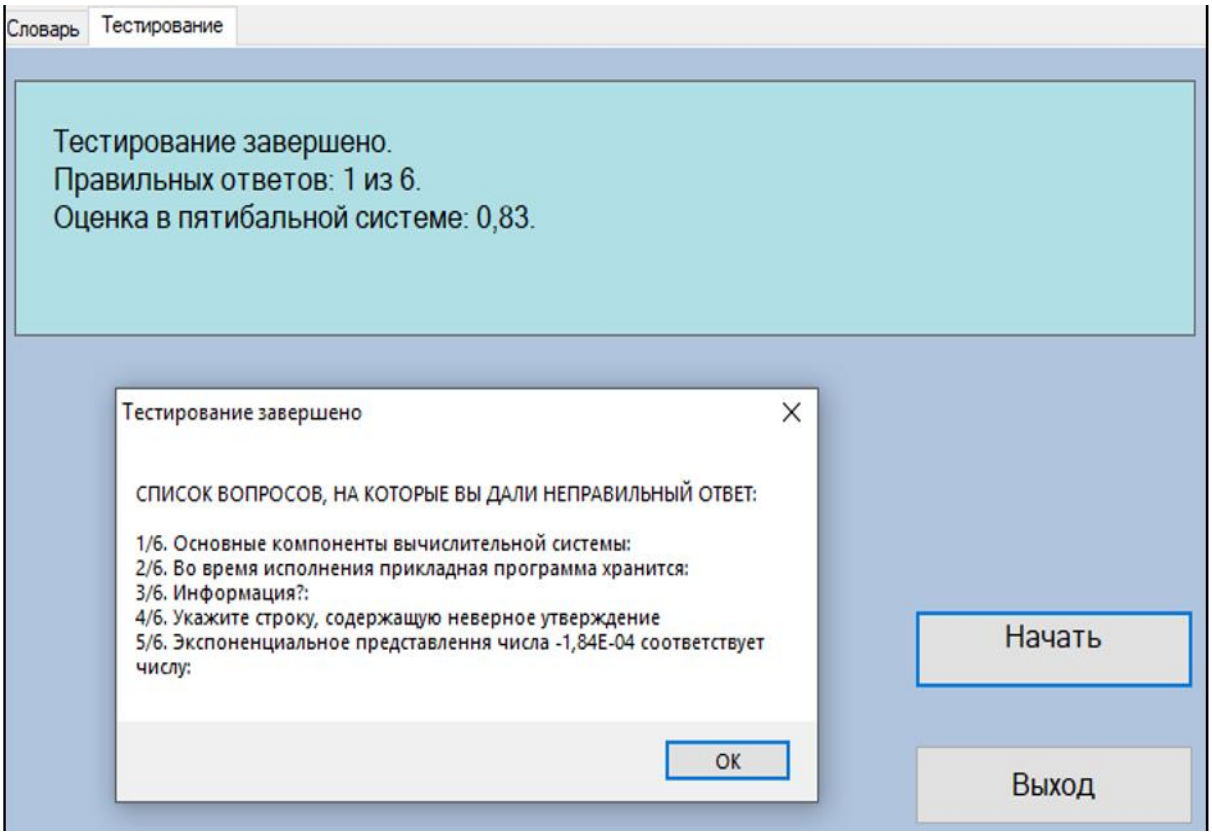


Рис. 6. Вывод результатов пройденного тестирования

Результаты тестирования выводятся в двух вариантах:

1. Краткая сводка – говорит о том, что тестирование завершено, показывает количество правильных ответов, а так же оценку по пятибальной шкале. Вся информация краткой сводки представленна на вкладке тестирования главного окна программы

2. Развернутый результат – показывает в развернутом виде, на какие вопросы пользователь ответил правильно, а где пользовтель отвечая, выбрал неверный ответ из списка предложенных.

Обсуждение

Подводя итоги проведенного тестирования разработанного приложения, можно сделать вывод о том, что созданный программный продукт корректно выполняет все поставленные при разработке задачи и справляется с ними именно так, как было запланированно.

Перечисленные и созданные на данный момент инструменты и элементы функционального интерфейса разработанного интерактивного тренажера – это только «вершина айсберга». Данный программный продукт, имеет потенциал для развития в универсальное образовательное программное средство, с поддержкой функций интерактивного учебника и возможностью, благодаря используемой в основе программы технологии .NET, перехода в web-версию.

Разработанный проект может быть легко модернизирован или доработан, по мере необходимости заказчика. Использование интерактивного тренажера по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии» позволяет решать ряд прикладных задач по оптимизации учебного процесса и повышению активной роли обучающегося. Программа-тренажер может быть использована при проведении занятий по данной дисциплине в группах с русским, казахским и английским языком обучения. Она может быть полезна преподавателям и студентам при возникновении проблем общения, понимания заданий и терминологии со стороны обучающихся, для проведения тестирования и подготовки к нему в условиях преподавания и изучения дисциплины «Информационно-коммуникационные технологии» на английском языке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Петровский А.В. Возрастная и педагогическая психология. – М.: Просвещение, 2013. – 312 с.

[2] Гальперин П.Я., Кабыльницкая С.Л. Экспериментальное формирование внимания. – М.: Просвещение, 2014. – 85 с.

[3] Кольева Н.С., Глушков Н.С. Коллаборативная среда – эффективная форма взаимодействия в учебном процессе // Непрерывное образование в XXI веке: проблемы, тенденции, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции. – Шадринск, 2016. – С. 201-204.

[4] Глушков Н.С., Кольева Н.С. Коллаборативное сотрудничество как условие успешного обучения // Молодежь в науке и культуре XXI века: материалы международного научно-творческого форума. – Челябинск, 2016. – С. 183-184.

[5] Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения. – М.: Директмедиа Паблишинг, 2008. – 613 с.

[6] Машарова Т.В. Педагогические теории, системы и технологии обучения. – Киров: ВГПУ, 2007. – 157 с.

[7] Ильясов Д.Ф. Принцип регулируемого эволюционирования в педагогике. – М.: Владос, 2003. – 336 с.

[8] Локк Д. Мысли о воспитании. – М.: Педагогика, 2012. – 70 с.

[9] Верников Г. Основные методологии обследования организаций. Стандарт IDEF0 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.cfin.ru/vernikov/idef/idef0.shtml (дата обращения: 19.01.2019).

[10] Степанов А.Д. Основные элементы языка UML [Электронный ресурс]. – URL: https://www.intuit.ru/studies/courses/32/32/lecture/1002 (дата обращения: 25.01.2019).

[11] Буч Г., Джекобсон А., Рамбо Дж. Язык UML. Руководство пользователя – М.: ДМК, 2000. - 432 с.

[12] Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования. – М.: Вильямс, 2001. – 496 с.

[13] Леффингуэлл Д., Уидриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход. – М.: Вильямс, 2002. – 448 с.

[14] Буч Г., Рамбо Дж., Якобсон А. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. – СПб: Питер, 2002. – 496 с.

[15] Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 215 с.

[16] Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 335 с.

[17] Марка Д., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования SADT – М.: Метатехнология, 1993. – 240 с.

Капаров К.К., Луцак С.М.

«Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» пәні бойынша бағдарлама-симуляторды дамыту

Түйіндеме. «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» пәні бойынша симуляциялық бағдарлама әзірленді. Бағдарлама интерфейс тілін (орыс, ағылшын, қазақ) таңдау мүмкіндігіне ие болады, осы үш тілдің кез келгенінен кез-келген тілге аударуды жүзеге асырады, белгілі бір тілдерде кез-келген терминдің анықтамасын көрсетеді, түрлі режимдерде тестілеуді жүргізеді.

Түйін сөздер. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, бағдарлама-тренажер, қолданушы интерфейсі, білім беру процессі, аударма, тестілеу.

УДК 547.792

[1]K.K. Kishibayev, [2]Zh.S. Asylkhanov, [1]A.A. Atchabarova, [1]R.R. Tokpayev, [1]O.A. Protsenko, [1]S.V. Nechipurenko, [1]S.A. Yefremov, [2]S.N. Kalugin

([1]Center of Physical Chemical Methods of Research and Analysis at Al-Farabi Kazakh National University (CPCMRA), Almaty, Kazakhstan; e-mail: kanagat_kishibaev@mail.ru

[2] - Research Institute of New Chemical Technologies and Materials of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

THE EFFECT OF KE-5 TREATMENT ON THE ALLOWANCE OF GRAINS OF SPRING WHEAT, CORN AND SOYBEAS

Annotation. This article presents the results of the influence of KE-5 treatment on the germination of spring wheat, maize and soybean seeds. Seeds of spring wheat, corn and soybean seeds were treated with KE-5 solutions at various concentrations. From the obtained results, it was found that when treating seeds of spring wheat, corn and soybean with different concentrations of KE-5 in all variants, seed germination ranged from 50 to 91%, there was a slight increase in germination with a decrease in the concentration of the studied substance KE-5 from 0.0001% up to 0.000001%. Also from the obtained results it should be noted that the use of an aqueous solution of KE-5 during the growing season of barley and maize plants in the laboratory has a stimulating effect on the height. The use of the composition of 0.000001% stimulates the growth of barley plants and corn.

Keywords. KE-5, 2,2-dimethyl-4- (5'-amino-1'2'4'-triazole-3'-thiopropinyl) - tetrahydropyran-4-ol, germination, spring wheat, corn, soybean.

[1]К.К. Кишибаев, [2]Ж.С. Асылханов, [1]А.А. Атчабарова, [1]Р.Р. Токпаев, [1]О.А. Проценко, [1]С.В. Нечипуренко, [1]С.А. Ефремов, [2]С.Н. Калугин

([1]Центр физико-химических методов исследования и анализа Казахского национального университета имени аль-Фараби (ЦФХМА), Алматы, Казахстан; e-mail: kanagat_kishibaev@mail.ru
[2]Научно-исследовательский институт Новых химических технологий и материалов (НИИ НХТиМ) Казахского национального университета имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ КЕ-5 НА ВСХОЖЕСТЬ ЗЕРЕН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, КУКУРУЗЫ И СОИ

Аннотация. В данной статье представлены результаты влияния обработки КЕ-5 на всхожесть зерен яровой пшеницы, кукурузы и сои. Семена зерен яровой пшеницы, кукурузы и сои обрабатывали растворов КЕ-5 при различных концентрациях. Из полученных результатов было установлено, что при обработке семян яровой пшеницы, кукурузы и сои разными концентрациями КЕ-5 во всех вариантах всхожесть семян составила от 50 до 91 %, наблюдалось незначительное повышение всхожести с понижением концентрации изучаемого вещества КЕ-5 от 0,0001% до 0,000001%. Также из полученных результатов следует отметить, что применение водного раствора КЕ-5 в период вегетации растений ячменя и кукурузы в лабораторных условиях оказывает стимулирующее действие на высоту. Применение композиции 0,000001% стимулирует рост растений ячменя и кукурузы.

Ключевые слова. КЕ-5, 2,2-диметил-4-(5’-амино-1’2’4’-триазол-3’-тиопропинил)- тетрагидропиран-4-ол, всхожесть, зерна яровой пшеницы, кукуруза, соя.

Сельское хозяйство является важным сектором экономики страны. По производству зерна Казахстан занимает третье место в СНГ после России и Украины.

На севере Казахстана выращивается яровая пшеница, овес, ячмень и другие зерновые культуры, а также подсолнечник, лен-кудряш. Развито овощеводство, бахчеводство. На юге республики при искусственном орошении дают высокие урожаи хлопчатник, сахарная свекла, табак, рис. Развито садоводство.

Казахстан является важным экспортером на международном зерновом рынке. Около 10 % международного зернового экспорта приходится и на Казахстан. В последние годы общие посевы зерновых культур занимали свыше 80% посевной площади сельскохозяйственных культур. В стране производится около 13,5 - 20,1 млн. тонн зерна, что позволяет ненамного отставать от России и Украины. Средняя урожайность зерна составляет 10-14 ц/га.

Одновременно, рост зернового экспорта сопровождается значительными колебаниями урожая, и как результат, колебаниями в экспорте, а также долей политической нестабильности. Нестабильность, отсутствие устойчивости в зерновом производстве в Казахстане связано со статистикой урожайности. Существенная роль в повышении урожайности зерновых культур принадлежит предотвращению полегания посевов, которое нарушает прохождение фаз колошения, цветения и налива зерна, сокращает отток питательных веществ в зерно, уменьшает количество зерен в колосе, массу 1000 зерен. Полегание ограничивает применение высоких доз азотных удобрений, препятствуя потенциальной продуктивности растений, ухудшает качество урожая, затрудняет уборку. В зависимости от срока полегания оно может привести к снижению урожайности зерна до 30 и более процентов и увеличению до 10-15 % технологических потерь [1]. Полегание растений - вызывается обыкновенно не соответствующим природе растения состоянием погоды или удобрением почвы.

Усиление возделывания зерновых культур предусматривает размещение по хорошим предшественникам, применение высоких доз азотных удобрений, внесение микроэлементов и средств защиты растений, т.е. соблюдение всех технологических агроприемов. Список регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве в Казахстане, весьма ограничен. Согласно закону Республики Казахстан «О зерне» одно из основных требований — это соответствие качества зерна установленным нормам, обеспечивающих безопасность [2-5]. В связи с этим решение вопросов о расширении их ассортимента и замене устаревших препаратов новыми высокоэффективными и малотоксичными соединениями имеет большое практическое и природоохранное значение.

Интенсификация современного сельхозпроизводства невозможна без комплексного подхода к подбору удобрений, средств защиты и стимуляторов роста растений.

На сегодняшний день рынок стимуляторов роста представлен препаратами широкого спектра действия. В качестве стимуляторов роста или ретердантов в сельском хозяйстве используют как

индивидуальные соединения, так и композиции, содержащие в своем составе ростостимулирующие вещества, как растительного происхождения, так и получаемые в результате химических процессов [6].

В настоящее время перспективно применение синтетических регуляторов роста, которые способны стимулировать или подавлять рост и развитие растений, не приводя их к гибели. Преимуществом синтетических регуляторов роста растений является низкая их стоимость и невысокая норма расхода, что дает возможность получить существенный рост производительности и экономической эффективности их применения с одновременным уменьшением экологического давления на окружающую среду [7-10].

Ранее в работе [11] был получен ростстимулятор 2,2-диметил-4-(5'-амино-1'2'4'-триазол-3'-тиопропинил)-тетрагидропиран-4-ол который и является ростстимулятором марки КЕ-5, и который в данной работе мы использовали для обработки зерен яровой пшеницы, кукурузы и сои и определили их всхожесть при разных концентрациях КЕ-5.

Целью данной работы является исследование влияние обработки КЕ-5 на всхожесть зерен яровой пшеницы, кукурузы и сои.

Материалы и методы

В ходе работы исследовали эффективность влияния КЕ-5 на рост и развитие растений и зерен яровой пшеницы, кукурузы, сои. В контрольном варианте была использована вода [12-14].

Всхожесть семян изучалось по ГОСТу 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Из семян изучаемых культур отобраны четыре пробы по 100 шт. зерен. Семена раскладывались на увлажненные фильтровальные бумаги в чашках Петри. Чашки Петри предварительно стерилизовались в сушильном шкафу. Предел воспроизводимых температур от 20 до 300 °С, погрешность стабилизации температуры ± 2 °С в течение 1 часа при температуре 130 °С. Чашки Петри, обертонные в кальку, ставились в термостат на трое суток при температуре 27 ºС. Всхожесть семян определялась в процентах. За результат анализа принимались среднеарифметические результаты определения всхожести всех проанализированных проб.

Основные закономерности роста и развития растений изучались в течении тридцати дней. Проводилось измерение длины надземной части растений в течение проведения эксперимента и прослеживалось изменение внешних характеристик растения. Толщина стеблей проросших растений измерялась с помощью штангенциркуля ШЦ I – 125 мм (2к), 125 мм, цена деления 0,1 мм, класс 2.

Результаты и обсуждение

Результаты изучения влияния разных концентрации растворов КЕ-5 приведены в рисунках 1-3.

Из рисунка 1 видно, что при обработке яровой пшеницы КЕ-5 всхожесть зерна составили при концентрациях 0,0001% - 91%, 0,00001% - 89,9%, 0,000001%-89%, что выше контроля – 75%.

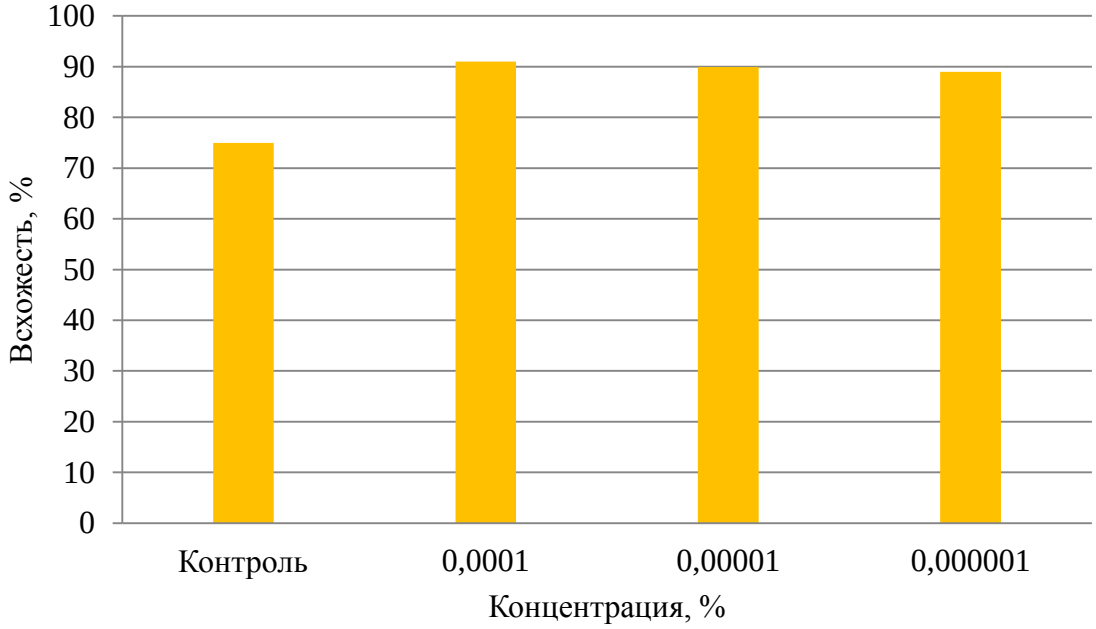


Рис. 1. Влияние обработки КЕ-5 на всхожесть зерна яровой пшеницы

При обработке кукурузы всхожесть зерна составили 0,0001% - 82%, 0,00001% - 86%, 0,000001% - 88%, а в контрольном варианте – 72%. Наблюдалось повышение всхожести при снижении концентрации вещества (рисунок 2).

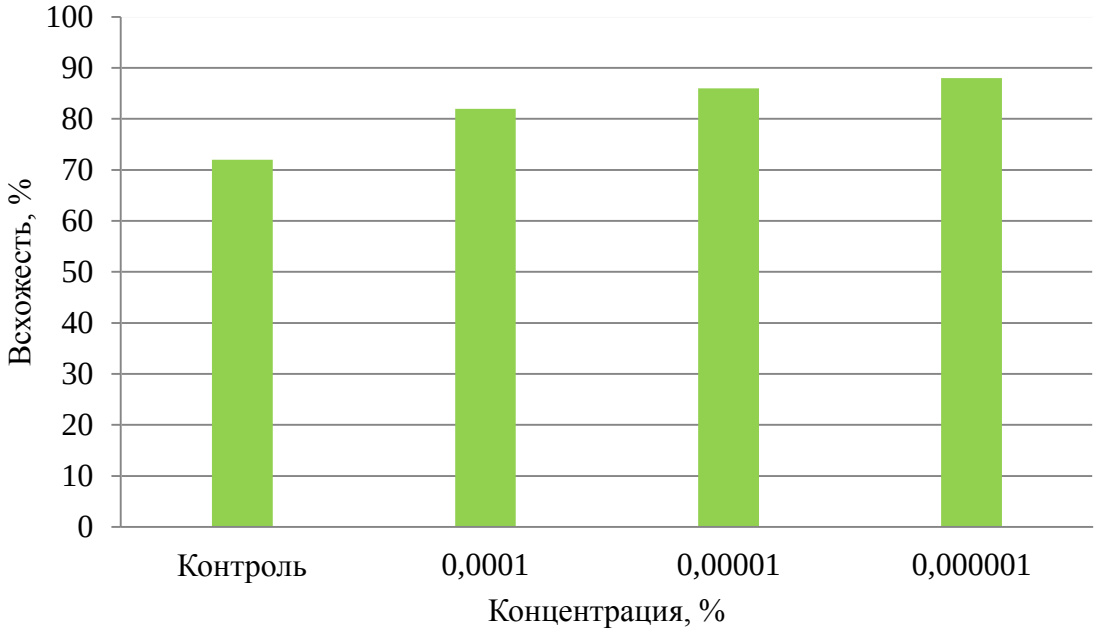


Рис. 2. Влияние обработки КЕ-5 на всхожесть зерна кукурузы

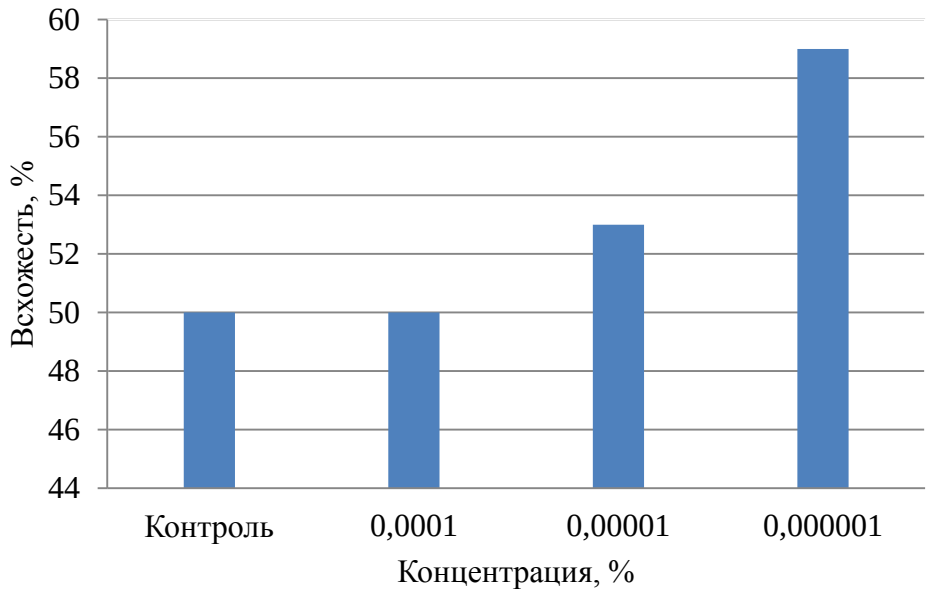


Рис. 3. Влияние обработки КЕ-5 на всхожесть семян сои

Наблюдалось незначительное повышение всхожести семян сои при обработке разными концентрациями КЕ-5. Например, при концентрации 0,0001% КЕ-5 всхожесть семян составило - 50%, 0,00001% - 53%, 0,000001% - 59%, а в контрольном варианте – 50%. (рисунок 3).

Таким образом, при обработке семян яровой пшеницы, кукурузы и сои разными концентрациями КЕ-5 во всех вариантах всхожесть семян составила от 50 до 91 %, наблюдалось незначительное повышение всхожести с понижением концентрации изучаемого вещества КЕ-5 от 0,0001% до 0,000001%.

Изучено влияние разных концентрации КЕ-5 на рост и развитие растений яровой пшеницы (рисунок 4). При применении КЕ-5 наблюдалось незначительное влияние на рост и развитие растений яровой пшеницы во всех вариантах.

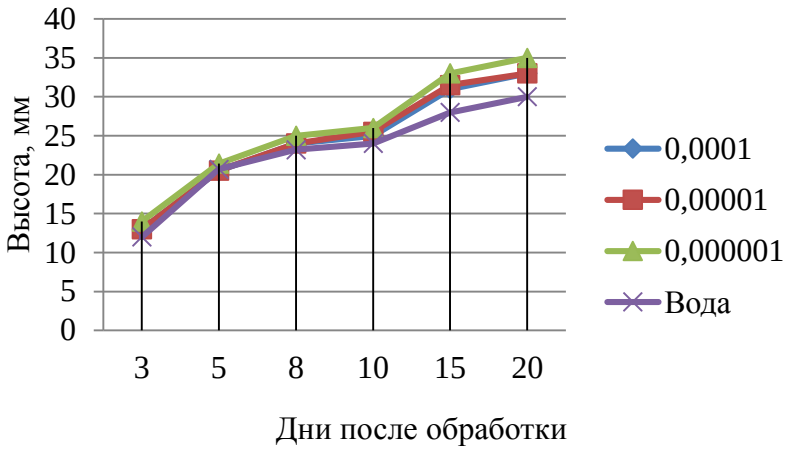


Рис. 4. Влияние обработки растений яровой пшеницы КЕ-5

При применении производных КЕ-5 наблюдалось незначительное влияние на рост и развитие растений яровой пшеницы во всех вариантах.

Из полученных данных следует отметить, что применение водного раствора КЕ-5 в период вегетации растений яровой пшеницы в лабораторных условиях оказывает стимулирующее действие на высоту. Применение композиции 0,000001% стимулирует рост растений яровой пшеницы.

Заключение

2,2-диметил-4-(5'-амино-1'2'4'-триазол-3'-тиопропинил) тетрагидропиран-4-ол был протестирован на рострегулирующую активность на семенах и растениях яровой пшеницы, кукурузы и семян сои. Из полученных результатов был сделан вывод, что при обработке семян яровой пшеницы, кукурузы и сои разными концентрациями (0,0001 %, 0,00001 % и 0,000001%) КЕ-5 всхожесть семян составила от 50 до 91 %, незначительное повышение всхожести наблюдалось с понижением концентрации изучаемого вещества КЕ-5 от 0,0001% до 0,000001%. Обработка растений яровой пшеницы, разными концентрациями КЕ-5 оказало стимулирующее действие на высоту растений.

Из полученных данных следует, что применение водного раствора КЕ-5 в период вегетации растений яровой пшеницы в лабораторных условиях оказывает стимулирующее действие на высоту. Применение композиции 0,000001% стимулирует рост растений яровой пшеницы и кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Остробородов А.В. Формирование продуктивности, посевных качеств и урожайных свойств семян яровой пшеницы в зависимости от приемов выращивания на выщелоченных черноземах Пензенской области: автореф. дисс... канд. с.-х. наук – Саратов, 1999. – 19 с.

[2] Привалов Ф.И. и др. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.

[3] Суднов П.Е. Агротехнические приемы повышения качества зерна пшеницы. – М.: Колос, 1965. – 145 с.

[4] Закон Республики Казахстан от 19 января 2001 года № 143-II «О зерне» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 07.03.2014 г.).

[5] Справочник пестицидов (ядохимикатов) разрешенных к применению на территории Республики Казахстан. – 2014. – 205 с.

[6] Никелл Л.Дж. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1984. – 192 с.

[7] Голодников Г.В., Мандельштам Т.В. Практикум по органическому синтезу. - Л.: Учебное пособие, 1976. – 376 с.

[8] Кушекова А.К., Максутова Э.С., Калугин С.Н., и др. Разработка способов получения производных тетрагидропирана на основе продуктов окисления углеводородов нефти // Тезисы докладов Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби Әлемі». – Алматы, 2004 – С. 141.

[9] Wamhoff H., Korte F. Methoden der organischen Chemie (Houben-Weyl) // Angew. Chem. – 1955. – P. 913.

[10] Metzner P., Thuillier A. Sulfur reagents in organic synthesis. – New York: Academic Press, 2001. – 46-50 p.

[11] Асылханов Ж.С., Маркина Д.Б., Кишибаев К.К., Нечипуренко С.В., Атчабарова А.А., Токпаев Р.Р., Ефремов С.А., Калугин С.Н. Получение и исследование ростстимулятора на основе 2,2-диметил-4-(5'-амино-1'2'4'-триазол-3'-тиопропинил)-тетрагидропиран-4-ола // Вестник КазНИТУ. – 2018. -№6 (130). -С. 466-473.

[12] Mitrofanova A.A., Issenova G.D., Efremov S.A., Kalugin S.N. Influence of compositions, containing growth regulated compaunds of heterocyclic row, on height and development of wheat // Proceedings of the international scientific conference "Plant Protection and Ecological Sustainability of Agrobiocenosis", dedicated to 100 years of Zh.T. Dzhiembayeva. – Almaty, 2014. – P. 436.

[13] Голодников Г.В., Мандельштам Т.В. Практикум по органическому синтезу. – Л.: Учебное пособие, 1976. – 376 с.

[14] Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии. – М.: Химия, 1968. – 944 с.

Кишибаев К.К., Асылханов Ж.С., Атчабарова А.А., Токпаев Р.Р., Проценко О.А.,
Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Калугин С.Н.

Жаздық бидай, жүгері және соя дәндерінің өнгіштігіне ке-5 өңдеудің әсері

Түйіндеме. Бұл мақалада КЕ-5 өңдеудің жаздық бидай, жүгері және соя дәндерінің өнгіштігіне әсер ету нәтижелері көрсетілген. Жаздық бидай дәндері, жүгері және соя дәндерін әртүрлі концентрацияларда КЕ-5 ерітіндісімен өңдеді. Алынған нәтижелерден жаздық бидайдың, жүгерінің және соя тұқымдарын әртүрлі КЕ-5 концентрацияларымен өңдеу кезінде барлық нұсқаларда тұқымның өнгіштігі 50-ден 91%-ға дейін құрағаны анықталды, зерттелетін КЕ-5 затының концентрациясы 0,0001%-дан 0,000001%-ға дейін төмендеуімен өнгіштіктің шамалы артуы байқалды. Сондай-ақ алынған нәтижелерде арпа мен жүгері өсімдіктерінің вегетациясы кезеңінде зертханалық жағдайда КЕ-5 сулы ерітіндісін қолдану биіктікке ынталандырушы әсер ететінін атап өткен жөн. 0,000001% композициясын қолдану арпа мен жүгері өсімдіктерінің өсуін ынталандырады.

Кілт сөздер. КЕ-5, 2,2-диметил-4-(5'-амино-1'2'4'-триазол-3' - тиопропинил)-тетрагидропиран-4-ол, өнгіштік, жаздық бидай дәндері, жүгері, соя.

УДК 656.212

E. Zhatkanbayeva, U. Murzakhmetova
(Kazakh automobile road institute of L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: u_murazkhmetova@mail.ru)

THE PRINCIPLES OF THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF OPTIMUM DEVELOPMENT OF NETWORK IN THE TRANSPORT SYSTEMS

Abstract. In article the theory of optimization of development of the transport systems is stated in interaction of means of transport, the basic principles of formation of transport network and mathematical problem definition of its optimum development are considered.

Key words: transport, transport network, object, criterion, management, interaction, planning, transport system.

Э.А. Жатканбаева, У.А. Мурзахметова
(Казахский автомобильно- дорожный институт им. Л.Б. Гончарова
Алматы, Республика Казахстан)

ПРИНЦИПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СЕТИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. В статье изложена теория оптимизации процесса развития транспортных систем при взаимодействии видов транспорта, рассмотрены основные принципы формирования транспортной сети и математическая постановка задачи его оптимального развития.

Ключевые слова: транспорт, транспортная сеть, объект, критерий, управление, взаимодействие, планирование, транспортная система.

Различные виды транспорта должны функционировать во взаимосвязи, обеспечивая единообразие транспортного обслуживания клиентов.

Единство транспортной системы достигается в:

- технической сфере взаимодействия, которая предполагает унификацию, стандартизацию и согласование параметров технических средств разных видов транспорта, а также пропускной и перерабатывающей способности взаимодействующих систем;

- технологической сфере взаимодействия, которая обеспечивается единством технологии, совмещенных и взаимоувязанных графиков работы транспорта, отправителей и получателей грузов, непрерывных планов-графиков работы транспортных узлов;

- информационной сфере взаимодействия, которая обеспечивает совместимость информации по содержанию, формам представления, скорости и своевременной выдаче информации одним видом транспорта для принятия решений на другом;

- правовой сфере взаимодействия, основу которой составляют Устав железнодорожного транспорта, Устав внутреннего водного транспорта, Кодекс торгового мореплавания, Устав автомобильного транспорта, сборник правил перевозок и тарифов, правила планирования перевозок;

- экономической сфере взаимодействия, основу которой составляет единая система планирования, распределение перевозок по видам транспорта, наличие или отсутствие ресурсов;

- использование наработанного опыта взаимодействия разных видов транспорта в узлах.

Взаимосвязь следует рассматривать как взаимодействие различных транспортных подсистем в общей логистической системе страны (региона) [1-2]. При этом каждый вид транспорта осуществляет перевозки в наивыгоднейшей для него сфере, а комплексная единая транспортная система в целом призвана обеспечивать полное удовлетворение потребностей общества в перевозках грузов и пассажиров.

Взаимодействие различных видов транспорта во многом определяется четкостью функционирования общетранспортных узлов.

Под общетранспортным узлом понимается совокупность материальных и людских ресурсов, организованных в систему взаимоувязанных технологических процессов в целях обеспечения координации и повышения эффективности перевозок [3-4].

В силу объективной особенности транспортного процесса - обеспечения работы на стыках различных видов транспорта, где взаимодействуют и многочисленные клиенты, - непрерывный план-график работы транспортного узла как на сутки, так и на отдаленную перспективу является важнейшим управленческим инструментом эффективного обслуживания предприятий и организаций. Такая система взаимодействия дает возможность значительно повысить эффективность работы транспорта, существенно сократить сроки доставки грузов потребителям и тем самым снизить издержки.

Большая часть времени нахождения грузов в пути следования приходится в настоящее время на грузовые операции, подвоз и вывоз груза в начальных и конечных пунктах, а также на перевалочные работы[5]. В связи с этим в качестве оптимального рассматривается непрерывный перевозочный процесс на всем пути следования груза "от двери до двери" и ставится задача изыскания резервов ускорения доставки грузов, и получения наибольшего эффекта при организации работы в транспортных узлах.

Развитие транспортной сети можно характеризовать изменением его технического состояния. Под техническим состоянием транспортной сети понимают ее структурные и конструктивные характеристики, существенно влияющие на функционирование сети. Поэтому параметры технического состояния сети должны давать возможность определить затраты времени на выполнение отдельных операций перевозочного процесса, а также адекватно описать способы организации перевозок начиная от планирования потребности кончая оценкой затрат на их выполнение. Изменение параметров технического и структурного состояния должна также давать возможность определять затраты на развитие транспортной сети. Информация показателей технического состояния для реальной сети значительна по объему. Описание транспортной сети нельзя свести только к описанию ее элементов. Как и для других сложных систем, существенной для характеристики транспортной сети является ее структура, определяющая в значительной мере возможные способы функционирования. При описании структуры транспортной сети необходимо пользоваться теорией графов. На графе можно наметить множество маршрутов, соединяющих любые две вершины в транспорта и транспортной системы в целом [6-7].

При выборе совокупности вершин на расчетной сети, удовлетворяющей решению перечисленных выше задач, необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

1. В число вершин расчетной сети включает пункты массового зарождения и погашения грузопотоков. Объемы работы в пунктах погрузки и выгрузки зависит от объемов производства и потребления продукции.

2. В число вершин расчетной сети надо включить все пункты возможного разветвления пути следования, чтобы обеспечить схему всех возможных маршрутов. Практически это пункты, от которых отходит более двух звеньев (участков).

3. В число вершин расчетной сети включают все пункты стыка различных видов транспорта. Это требование необходимо потому, что большое число задач оперативного управления решаются для

отдельных видов транспорта. Выделить расчетную сеть для каждого вида транспорта окажется возможным только при наличии в совокупности вершин стыковых пунктов.

4. В расчетных сетях должны быть отражены пункты выполнения важнейших технологических операций, чтобы оценить затраты на перевозку при выполнении различных задач функционирования и развития транспортной сети.

5. При выборе вершин на расчетной сети необходимо отразить административно-управленческое деление реальной сети, так как планирование работы транспортной сети находится в тесной связи со структурой управления транспортом.

6. Выбор вершин однозначно определяет и совокупность звеньев, характеристики которых имеют значение для описания функционирования сети.

Выбирая вершины расчетной сети, необходимо стремиться к тому, чтобы звенья по возможности не видоизменялись. Такие видоизменения потребуются, если в результате развития появятся новые примыкания, новый пункт выполнения технологических операций [2].

Формирование расчетной сети на каждом конкретном виде транспорта может выдвинуть и другие требования, которые должны быть учтены при выборе вершин [8-11]. Например, при формировании расчетной железнодорожной сети необходимо дополнительно учесть следующие положения:

- расчетная сеть включает дороги нормальной колеи, а пункты примыкания узкой или европейской колейной дорог выделяют в качестве самостоятельных вершин;
- следует предусмотреть возможность включения в расчетную сеть строящихся и проектируемых железнодорожных линий;
- на звеньях сети выделяют вершины, позволяющие дифференцированно оценить мероприятия по развитию технической вооруженности транспортных объектов;
- в число вершин расчетной сети включают стыковые станции на границах дорог и технические железнодорожные станции с большим объемом работ.

Определение оптимального варианта развития транспортной сети относится к задачам оптимизационного типа. Поэтому при ее математической формулировке принципиально важно:

- выбрать совокупность переменных, которые должны быть определены в результате решения;
- формализовать все исходные предпосылки, которые следует учесть при нахождении оптимального решения;
- сформировать критерии оптимальности решения.

Техническое состояние расчетной сети на каждый момент времени определяется совокупностью структурных и конструктивных параметров. Изменение этих параметров во времени с достаточной полнотой характеризует развитие транспортной сети. Если S – топология сети (структурный показатель) и d_y - совокупность структурных и конструктивных параметров транспортного объекта y, то развитие транспортной сети полностью определяется заданием функции $S(t)$ и $d_y(t)$ ($y = 1,2,...,Y,$ где Y - число элементарных объектов). Область определения всех функций совпадает с отрезком $(0,T_p)$, где T_p - плановый период, в котором происходит развитие транспортной сети. Области допустимых значений каждой из функций, как правило, отличаются друг от друга и могут быть различными для разных значений t.

Чтобы решить задачу развития сети, предварительно требуется описать классы функций $K[S(t)]$ и $K_y[d_y(t)]$, из которых надо выбирать $S^*(t)$ и $d_y{}^*(t)$, соответствующие оптимальному развитию. При формировании этих классов необходимо полнее учесть общие закономерности развития транспортной сети и отдельных транспортных объектов. Это позволит сузить пространство допустимых решений.

Все требования, учитываемые при решении задачи развития транспортной сети, т.е. при выборе функции $S(t)$ и $d_y(t)$, можно разбить на две группы: общесетевые и объектные [12-13]. К общесетевым требованиям относятся:

1. Обязательность выполнения всех перевозок или по-другому – пропускная способность транспортных устройств должна быть не меньше их загрузки.

Здесь необходимо учесть, что больше всего на пропускную способность транспортного устройства влияет его параметра, характеризующиеся функциями $S(t)$ и $d_y(t)$. Кроме того, на него заметно влияет и подвижной состав, и средства управления перевозками. Поэтому при решении задач развития транспортной сети решается и дополнительные специальные задачи.

Это касается также загрузку транспортных устройств, которую определяет принятый план выполнения перевозок. Очевидно, что из множества планов надо рассматривать только такие, при которых загрузка транспортных объектов не превышает их пропускной способности. Выбор варианта технического развития сети и построения плана перевозок настолько взаимосвязаны, что эффективно решить эти задачи позволяют только тесно увязанные между собой математические модели. Следовательно, в процессе решения задачи развития транспортной сети необходимо определить дополнительную переменную, характеризующую организацию перевозок [3].

2. Изменение структурных и конструктивных параметров транспортной сети требует определенных капитальных вложений на строительство и реконструкцию. Так как функции $S(t)$ и $d_y(t)$ - функции времени, то и потребность в капитальных вложениях тоже функция времени. Искомые функции $S(t)$ и $d_y(t)$ нужно выбирать так, чтобы потребность в капитальных вложениях на развитие транспортной сети, включая строительные организации, не превышало выделенных [14-15].

3. Потребность в рабочей силе для выполнения перевозок зависит от технического состояния транспортной сети, от распределения перевозок по маршрутам и по видам транспорта. Поэтому функции $S(t)$ и $d_y(t)$, а также план перевозок нужно выбирать с учетом ограничений на трудовые ресурсы.

4. Потребность в топливно-энергетических материалах также определяется техническим состоянием транспортной сети и распределения подвижного состава по направлениям. Ограничения по этим ресурсам необходимо учитывать во временном разрезе при выборе функции $S(t)$ и $d_y(t)$ и особенно к распределению перевозок по направлениям и между видами транспорта.

К объектным требованиям можно отнести специфику развития отдельных транспортных объектов, которые серьезно влияют на выбор типа реконструктивных мероприятий. Различные мероприятия предъявляют неодинаковые требования к использованию и других ресурсов. Различные варианты технического состояния транспортной сети оказывают неодинаковое экологическое воздействие на окружающую среду. Некоторые реконструктивные мероприятия для отдельных транспортных объектов из-за вредного влияния на окружающую среду запрещены.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Галабурды В.Г. Единая транспортная система. М. Транспорт, 2011 г.

[2] Правдин Н.В., Нергей В.Я. Взаимодействие различных видов транспорта в узлах – М: Высшая школа, 2015 – 296 с.

[3] Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. М.:Дашков и К, 2011- 484с.

[4] Моисеева Н.К. Экономические основы логистики: Учебник.М.: ИНФРА-М, 2011. — 528 с.

[5] Неруш Ю.М. Логистика: Учебник. М: Проспект: Велби, 2012. — 517с.

[6] Акулиничев В. М. Основные направления в размещении и развитии сортировочных станций на сети железных дорог // Тр. МИИТ. 2015. Вып. 186. С. 3—65.

[7] Ардашин В. А. Выбор рациональных схем развития транспортных объектов // Тр. МИИТ. 2017. 154. С. 62—74.

[8] Барков Н. Н., Мулюкин Ф. П. Планирование и эффективность капитальных вложений на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 2012. - 309 с.

[9] Канторович Л.В. Проблемы прогнозирования и оптимизации работы транспорта. М. Транспорт, 2014 г.

[10] Батурин А. П. Алгоритм оптимизации процесса технического развития железнодорожной линии //Тр. МИИТ. 2011. Вып. 56. С. 36—50.

[11] Болтянский В. Г. Оптимальное управление дискретными системами. М.: Наука, 2013.- 440 с.

[12] Максимович Б. М., Фельдман Э. Д., Баранов А. М. Выбор способов увеличения пропускной способности железнодорожной линии / М.: Транспорт, 2014.-286 с.

[13] Гибшман А. Е. Определение экономической эффективности проектных решений на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 2014. 239 с.

[14] Зангвилл У. И. Нелинейное программирование. М.: Советское радио. 2014. 312 с.

[15] Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Бл. Х. Математический анализ. М.: Наука, 2016. -720 с.

УДК 332.8:620.91.001.76

Zubova O.A., Tanybaeva A.K., Abubakirova K.D., Voronova N.V.
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty,
Republic of Kazakhstan, E-mail: zubova.olya.a@mail.ru)

REVIEW OF INNOVATIVE ENERGY SAVING TECHNOLOGIES

Abstract. The article deals with basic modern energy saving technologies used in industry, construction and transport industries in an ever-growing energy deficit. A large proportion of public institutions (schools, hospitals, etc.), as well as residential buildings are equipped with inefficient energy systems and require updating. To solve this problem the authors identified the environmental and economic advantages of using energy-saving technologies such as the installation of energy-saving roof, the use of energy-saving paints, wall insulation, double glazing, modern, high-tech and economical heating and cooling.

It is also considered the possibility of using innovative technologies in energy saving, namely: overhead infrared heaters and radiant heating systems in housing and communal services.

A brief overview of the advanced technologies used in the transport sector, in particular the production of hybrid vehicles with electric drive.

Keywords: energy saving, energy-saving technologies, radiant heating system ceiling infrared heaters, passive house.

О.А. Зубова, А.К. Таныбаева, К.Д. Абубакирова, Н.В. Воронова
(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: zubova.olya.a@mail.ru)

ОБЗОР ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Резюме. В статье рассматриваются основные современные технологии энергосбережения, применяемые в промышленности, строительстве и транспортной отрасли в условиях постоянно растущего дефицита энергоресурсов. Значительная доля государственных учреждений (школы, больницы и т.п.), а также жилые здания оснащены неэффективными энергосистемами и требуют обновления. Для решения этой проблемы авторами выявлены экологические и экономические преимущества применения таких энергосберегающих технологий, как монтаж энергосберегающей кровли, использование энергосберегающих красок, утепление стен, современные стеклопакеты, высокотехнологичное и экономное отопление и охлаждение.

Также рассмотрены возможности применения инновационных технологий в энергосбережении, а именно: потолочных инфракрасных обогревателей и систем лучистого отопления в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Дан краткий обзор прогрессивных технологий, применяемых в транспортной сфере, в частности производство автомобилей с гибридным электроприводом.

Ключевые слова: энергосбережение, энергосберегающие технологии, система лучистого отопления, потолочные инфракрасные обогреватели, пассивный дом.

Внедрение энергосберегающих технологий признано приоритетной задачей на уровне государственной внутренней политики во многих государствах, и в Республике Казахстан в частности. С 2012 года в Казахстане был принят ряд законодательных актов, определяющих основные требования в области энергоэффективности, в качестве основного документа в настоящее время выступает закон «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности». Правительством Республики Казахстан в программе «Энергосбережение 2020» поставлена цель по снижению энергоемкости ВВП не менее чем на 40 % к 2020 году от уровня 2008 года [1]. Успешная политика энергосбережения и повышения энергоэффективности сможет обеспечить энергетическую и экологическую безопасность страны.

Неэффективное и нерациональное использование электрической и тепловой энергии ведет к увеличению ее выработки на ТЭЦ, ГРЭС и, соответственно, к ухудшению экологической обстановки.

Неэффективное использование угля, нефти, газа, электроэнергии и тепла в ближайшем будущем создадут проблемы в энергообеспечении Республики Казахстан, так как для покрытия возрастающей потребности экономики в электрической и тепловой энергии необходимо реконструировать и расширять существующие, строить новые генерирующие мощности, электрические и тепловые сети [1]. На данный момент существует огромная потребность в модернизации оборудования практически во всех отраслях промышленности. Промышленный сектор нашей страны по энергоемкости в пять раз больше аналогичного показателя стран ЕС. Значительная доля государственных учреждений (школы, больницы и т.п.), а также жилые здания оснащены неэффективными энергосистемами и требуют обновления.

Особенно большие энергопотери происходят при потреблении энергии, причем 10% теряется при доставке ее потребителю. Поэтому, если возникла цель экономии энергии, то ее нужно реализовывать на объектах потребления – на предприятиях, в цехах, в офисах, в многоэтажных и частных домах и пр. Средство для достижения такой цели – использование энергосберегающих технологий. Они работают по двум направлениям: совершенствование технологий энергодобычи и методы ресурсосбережения. Остановимся подробнее на втором направлении.

Крупные предприятия тратят очень большое количество ресурсов, в том числе и энергетических. Они становятся значительной частью расходов, минимизируя общую прибыль. В связи с этим разрабатываются и внедряются следующие технологические меры экономии:

– применение в производстве общих технологий энерго и ресурсосбережения, это установка двигателей переменной частоты, использование теплообменников, сжатого воздуха, энергосберегающих ламп освещения, энергии пара и многие другие;

– производство энергии с применением эффективных технологий, к примеру, строительство и ввод современных индивидуальных котельных с оборудованием конденсационного типа, совмещающих энергию сгорания газа и энергию водяного пара, также эффективны технологии, основанные на тригенерации, которые используют энергию тепла, холода и электричества;

– использование альтернативных источников энергии (солнца, воды, ветра, пр.).

Давно доказано, что основные потери происходят в работе оборудования, которое работает большую часть времени с пониженной нагрузкой. К ним относят насосы, вентиляторы охладительные и тепловые, конвейеры различного типа. Для таких производств разработаны специальные приводы с частотной регулировкой. Они позволяют существенно экономить энергию за счет отключения мощности во время низкой нагрузки. Счета за электричество при их применении снижаются почти на 50%. Кроме того, подключение приводов к общей линии не требует ее перемонтажа или замены двигателя [2]. Особенно актуальны частотные приводы на предприятиях жилищно-коммунальных хозяйств.

Также огромную экономию при возникновении проблемы работы приборов с пониженной нагрузкой приносят конденсаторные устройства, кроме экономии они еще и приносят значительное количество дополнительной энергии.

Ресурсо- и энергосберегающие технологии активно применяются в строительстве. Реализуются они комплексно, это монтаж энергосберегающей кровли, использование энергосберегающих красок, утепление стен, современные стеклопакеты, высокотехнологичное и экономное отопление и охлаждение. По оценкам как отечественных, так и зарубежных экспертов, потенциал экономии электроэнергии в зданиях равен 30-40 %, а тепловой энергии – около 50 %.

Эффективной энергосберегающей технологией является применение экономически целесообразного сопротивления теплопередачи наружных ограждений при строительстве и дополнительного утепления наружных стен при реконструкции зданий. Мероприятие предназначено для увеличения сопротивления теплопередачи наружных стен и снижения тепловых потерь здания за счет улучшения его теплозащитных свойств и применения эффективных теплоизоляционных материалов. Наиболее эффективна теплозащита стен с наружной стороны. Применяют, как правило, напыление какого-либо утеплителя (раствора пенопласта, пенополиуретана), либо наклейку плиточного утеплителя (пенополистирола), либо обивку теплоизоляционным материалом [2]. Работа должна выполняться без нарушения функционирования здания. Перед нанесением утепляющих растворов или наклейкой наружные поверхности стен очищают от пыли и грязи с последующей промывкой. Напыление выполняется слоями 1-2 см. Последующий слой наносят после затвердения предыдущего. Наклейку плит к стенам производят клеем ПВА или бустилатом. Затем крепят к дюбелям сетку с ячейками от 2 до 4 см с антикоррозийным покрытием и наносят слой цементно-

известковой штукатурки. Через два дня поверхность покрывают кремнеорганическим составом или окрашивают гидрофобной краской.

Устройство вентилируемых наружных стен предназначено для повышения уровня тепловой защиты наружных стен. В стенах вблизи наружной поверхности устраивают вертикальные щелевые каналы шириной 2-3 см, через которые под воздействием естественной тяги проходит наружный воздух. В холодный период воздух нагревается от внутренней стены и подается в помещение. В теплый период каналы перекрываются заслонками и превращаются в замкнутые воздушные прослойки, которые увеличивают термическое сопротивление стены и препятствуют нагреву ограждения [3]. Высоту каналов обычно принимают в один этаж. Энергосбережение достигается за счет возврата в помещение части теряемой теплоты от наружных ограждений в зимнее время и за счет увеличения сопротивления теплопередачи наружного ограждения при устройстве замкнутых воздушных прослоек летом.

Тепловая защита наружной стены в месте установки отопительного прибора предназначена для снижения тепловых потерь от наружных ограждений (стены), к которым прилегают отопительные приборы. Отопительные приборы обычно устанавливаются у наружных ограждающих стен. При этом температура внутренней поверхности стены за прибором выше, чем в остальной части, что приводит к увеличению теплового потока и является причиной повышенных тепловых потерь через ограждения. При установке отопительных приборов в нише стенка за прибором тоньше, а ее сопротивление теплопередачи меньше, чем у стены без ниш, что еще больше увеличивает потери теплоты через ограждающие конструкции. Для снижения тепловых потерь за счет лучистого теплообмена необходимо установить защиту в виде экрана с низкой степенью черноты. Для снижения тепловых потерь за счет теплопроводности необходимо установить теплоизоляционный слой с низким коэффициентом теплопроводности на участке всей ниши наружной стены. Теплоизоляцию желательно располагать ближе к поверхности стены.

Устройство вентилируемых окон используется для сокращения воздухопроницаемости и увеличения сопротивления теплопередачи оконных блоков. Снижение потерь теплоты осуществляется при использовании тройных вентилируемых окон. Возможно два варианта таких окон: принудительное удаление воздуха, прошедшего через окна, в воздуховоды вытяжной естественной вентиляции и удаление нагретого воздуха в атмосферу. Между стеклами могут располагаться солнцезащитные жалюзи. Воздухопроницаемость окна также сокращается. В теплый период движущийся воздух охлаждает нагретые стекла и переплеты, уменьшая теплопоступления снаружи внутрь помещения. В холодный период года через вентилируемое окно проходит удаляемый воздух из помещения, а окно служит теплоизолятором от холодного наружного воздуха [3]. Температура стекла, обращенного в помещение, повышается, а тепловые потери через остекление снижаются. В холодный период года возможно образование конденсата на наружном стекле за счет эффекта точки росы воздуха, для удаления конденсата предусматривают специальные устройства – конденсатоотводчики. Энергосбережение достигается за счет увеличения сопротивления теплопередачи, которое прямо пропорционально зависит от удельного расхода воздуха, проходящего через вентилируемое окно.

Установка дополнительного (тройного) остекления способствует сокращению воздухопроницаемости и увеличению сопротивления теплопередачи оконных блоков. Между стеклами возможно расположение солнцезащитных жалюзи, а на стеклах – теплопоглощающих и теплоотражающих пленок. Двойные окна в спаренных и раздельных переплетах, которые устанавливают до сих пор в массовом строительстве, имеют малое сопротивление теплопередачи, что приводит к дискомфорту в помещении и большим тепловым потерям [4]. При реконструкции здания такие окна могут быть заменены на трехслойные, а при отсутствии необходимости в замене переплетов может быть установлен дополнительно третий съемный переплет, закрепляющийся с помощью фиксаторов. При спаренных переплетах третий устанавливается со стороны помещения, а при раздельных – между рамами на внутреннем переплете.

В частном строительстве применяются ресурсо и энергосберегающие технологии «жилища нулевой энергии», «пассивных домов». Все эти виды домов относятся к классу энергоэффективных домов, которые обеспечивают зимой тепло, а летом прохладу без систем кондиционирования и отопления. Снижение потребления энергии в первую очередь достигается за счет уменьшения теплопотерь здания.

Архитектурная концепция пассивного дома базируется на принципах: компактности, качественного и эффективного утепления, отсутствия мостиков холода в материалах и узлах примыканий, правильной геометрии здания, зонировании, ориентации по сторонам света. Из активных

методов в пассивном доме обязательным является использование системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией [5].

В идеале, пассивный дом должен быть независимой энергосистемой, вообще не требующей расходов на поддержание комфортной температуры. Отопление пассивного дома должно происходить благодаря теплу, выделяемому живущими в нём людьми и бытовыми приборами. При необходимости дополнительного «активного» обогрева, желательным является использование альтернативных источников энергии. Горячее водоснабжение также может осуществляется за счёт установок возобновляемой энергии: тепловых насосов или солнечных водонагревателей [6]. Решать проблему охлаждения и кондиционирования здания также предполагается за счет соответствующего архитектурного решения, а в случае необходимости дополнительного охлаждения - за счет альтернативных источников энергии, например, геотермального теплового насоса.

В частности, в пассивных домах успешно используются следующие технологии экономии энергии:

- установка энергоэффективной изоляции на трубы отопления и системы горячего водоснабжения;
- установка индивидуальной котельной;
- установка тепловых насосов, использующих кроме прямых источников энергию тепла земли, теплого воздуха из вытяжки и теплой воды из стока;
- установка солнечных коллекторов для систем горячего водоснабжения и охлаждения;
- установка в многоквартирных домах индивидуальных счетчиков тепла с возможностью регулирования мощности отопления;
- установка механической вытяжки с возможностью регулировки вентиляции и вторичного использования тепла вытяжного воздуха [7];
- установка контроллеров на каждую квартиру в целях регулировки мощности отопления и вентиляции;
- монтаж ограждающих здания теплозащитных конструкций с высокими показателями устойчивости тепла;
- установка устройств, повышающих освещенность помещений, работающих на рассеянной солнечной радиации;
- использование теплой отработанной воды в других контурах – для теплого пола, для отопления ванных комнат и пр.;
- разработка и внедрение систем энергосбережения, которые создают особый микроклимат помещений, с помощью математической модели единой энергоэффективной системы.

Инновационные технологии в энергосбережении представлены «умными» осветительными систем, которые автоматически включаются только тогда, когда в комнате находится человек, за счет датчиков на движение и на голос. Причем активируются датчики только с наступлением сумерек, дальность их действия – 5 метров. В системах используются энергосберегающие лампы, процент экономии у которых достигает 80-ти. Причем, лампы энергосбережения и системы ограниченного включения можно устанавливать не только в квартире, но и на улице: в приусадебном парке, на парковках и стоянках, подземных переходах и пр.

Следующим мероприятием в области оперативной энергосберегающей политики является управление тепло- и энергопотреблением зданий. В мировой практике это направление принято как наиболее эффективное стратегическое. В настоящее время эффективность использования этого мероприятия в значительной степени базируется на изменении схемы теплоснабжения – переходе от центральных тепловых пунктов (ЦТП) к индивидуальным (ИТП).

При теплоснабжении зданий через ЦТП температура теплоносителя в подающем теплопроводе одинакова для зданий различного технологического назначения (административных, школ, жилых, театров, кинотеатров, ряда производственных и т.д.) и различной теплозащиты. Установка ИТП в каждом здании дает возможность не только снабжать теплом «по потребности», но также управлять теплопотреблением с учетом особенностей эксплуатации здания [8]. Использование ИТП с управляющим блоком (контроллером) открывает дополнительные, принципиально более широкие возможности экономии энергии за счет управляемого прогнозируемого снижения температуры внутреннего воздуха в большинстве современных зданий в ночное время, в выходные и праздничные дни.

Устройство ИТП для подключения жилых и общественных зданий к тепловым сетям централизованного теплоснабжения взамен ЦТП осуществляют со следующими целями:

- приближение приготовления горячей воды к месту ее потребления и за счет этого повышение качества и устойчивости горячего водоснабжения;

- повышение эффективности регулирования подачи тепловой энергии на отопление в соответствии с фактическими значениями тепловой защиты здания, теплопоступлений от солнечной радиации, внутренних тепловыделений и режима эксплуатации конкретного здания;

- упрощение узла учета потребления тепловой энергии, выполнение измерения ее количества, фактически потребляемого конкретным зданием, и улучшение обеспечения потребителей [9].

Дальнейшее приближение приготовления горячей воды к потребителю, при наличии технической возможности (в зданиях с поквартирными горизонтальными системами отопления), возможно за счет устройства так называемых квартирных тепловых пунктов (КТП).

Развитием системы управления тепло- и энергопотреблением зданий является использование комнатных контроллеров. Применение терморегуляторов – термостатов, комнатных контроллеров – эффективно тогда, когда имеется поквартирный учет теплопотребления. Следует еще отметить, что наиболее достоверные данные о теплопотреблении отдельной квартиры возможны при прямом измерении теплосчетчиком, что, в свою очередь, оправданно при использовании горизонтального поквартирного отопления. В зданиях с вертикальными (стояковыми) системами организация поквартирного учета теплопотребления возможна, но сопряжена с определенными сложностями [10].

Инновационные технологии в энергосбережении применяются и в условиях уже существующей системы центрального отопления, это автоматический отпуск тепла в здание, пофасадное регулирование отопления, это установка термоотражающих экранов за радиаторами отопления, усиление теплоизоляции труб отопления и горячего водоснабжения.

Перспективным решением по рациональному использованию энергоресурсов и внедрение инновационных энергосберегающих технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве является применение потолочных инфракрасных обогревателей (ИКО), которые представляют собой длинноволновые обогреватели, состоящие из металлического корпуса, покрытого термостойкой порошковой краской, специальной алюминиевой анодированной пластины, низкотемпературного трубчатого электронагревателя, теплоизолятора и кронштейнов для крепления к потолку. Тепловое излучение, которое выделяет ИКО, не поглощается воздухом и без потерь достигает предметов и людей в зоне его действия. ИКО нагревает именно их, а не воздух (менее 10% электроэнергии тратится на бесполезный нагрев воздуха) в отличие от стандартных систем отопления. А точнее, в первую очередь тепло от ИКО поглощают твердые предметы (мебель, стены, пол и т.п.), а от них уже – воздух [11]. Чем ближе ИКО находится к предметам, тем плотнее поток тепла и выше температура предметов. Также особенностью ИКО является тот факт, что выделение тепла происходит в зоне прямого действия, т.е. обогрев носит локальный характер. Приведем ряд особенностей ИКО, что делает их уникальными и весьма важными в потребительском плане.

Во-первых, когда применяется ИКО, теплый воздух практически не накапливается под потолком. Это крайне важно при поиске решений экономических задач обогрева помещений с высокими потолками, так как обогревать большой объем дорого и технически сложно. Особо стоит отметить возможность отопления определенных (рабочих) зон и создания конвективных потоков воздуха, что означает отсутствие в них пыли (важное требование для аллергиков). Во-вторых, ИКО можно установить под потолком или встроить в него, при этом не возникает препятствий в размещении оборудования и мебели. В-третьих, ИКО решает специфические задачи, которые другими способами решить крайне сложно. Например, защита от холода стекол большой площади, куполов, стеклянных витражей и аналогичных светопрозрачных конструкций, так как их теплозащитные свойства далеки от современных нормативов. ИКО не только создает эффективный тепловой барьер для холода, но и решает проблему очистки конструкций от льда и снега. Снег и лед тают в результате нагрева ИКО конструкции. Таким же образом, без труда можно очистить от снега и льда ступеньки дорожки, крыльца, выезда с подземной парковки, гаражей, расположенных ниже уровня земли [11]. Перечислим технические характеристики: электрическая мощность от 600 до 4000 Вт; напряжение бытовое (до 2000 Вт) – 200 V, промышленные (от 3000 Вт) – 380 V; высота подвеса от 2,2 до 3,7 м (в зависимости от мощности); ИКО, температура поверхности которых менее 60°С; ИКО, температура поверхности которых от 60 до 100°С (излучается мягкое и комфортное тепло, а температура на поверхности каждого прибора не превышает 100°С); ИКО с температурой поверхности от 101 до 280°С; ИКО с температурой поверхности более 300°С (для открытых пространств и обогрева помещений, с высотой потолков от 4,5 до 20 м (склады, спортзалы, цеха)) [11]. Потолочные ИКО имеют широкий спектр применения в

жилом секторе (квартиры, коттеджи, дачи, дома, душевые, балконы, зимние сады); в медицинских учреждениях (больницы, палаты); в учебных заведениях и детских садах; в административно-офисных помещениях (офисы, кабинеты, фойе, холлы, залы); в религиозно-культовых объектах (церкви); в заводских корпусах и промышленных (производственных) цехах (цех, ангар, производственный корпус, проходные); в торгово-выставочных павильонах (рынки, склады, павильоны, магазины). Дополнительно из достоинств ИКО отметим их бесшумность и поддержание температуры, когда отопление отключено, за счет аккумуляции тепла в элементах конструкции помещения и предметах; мобильность ИКО позволяет быстро устанавливать, переносить, наращивать, демонтировать отопление. ИКО являются абсолютно безопасными, что подтверждено сертификатами. Благодаря качественным комплектующим и высококачественному производственному оборудованию срок службы инфракрасных обогревателей составляет более 20 лет. Таким образом, использование инфракрасных обогревателей позволяет снизить потребление энергии и уменьшить затраты на обогрев помещений по сравнению с традиционными способами отопления.

Следующей инновационной технологией в области энергосбережения для использования в сфере жилищно-коммунального хозяйства является система лучистого отопления (СЛО). СЛО – принципиально новая система обогрева и отопления, она разработана в научно-техническом центре «АгроЭСБ» учеными и инженерами Челябинского агроинженерного университета [12]. Это пленочный нагревательный элемент, предназначенный для экономичного, высококомфортного и эффективного отопления помещений. Система включает длинные ленты тончайшей, микронной толщины проводящей фольги из специального нержавеющего, экологичного металла с высокой теплоотдачей. Эти ленты монтируют в вакууме между двумя тонкими листами особого гибкого пластика, добавляют лист обыкновенной алюминиевой фольги для направленности характеристик лучистого теплового излучения.

СЛО работает с высоким КПД: 95-98%. По сравнению с системой традиционного отопления, привязанной к газовой котельной, тепловая установка СЛО предельно экономична и по годовым затратам обходится в 7-8 раз дешевле, чем газовая котельная. А в системе отоплении, где используется в качестве горючего каменный уголь, разница в реальных расходах еще больше – в 40 раз. Еще один важный факт, для функционирования СЛО необходимо только наличие электророзетки со стандартным напряжением. Таким образом, отпадает необходимость в многокилометровых теплотрассах и подготовке всей системы к отопительному сезону, исчезнут огромные затраты на металл, трубы, их монтаж, ремонт, опрессовку [12].

К тому же, СЛО абсолютно не занимает полезного пространства в доме и не нуждается в дополнительных технических помещениях в отличие от системы водяного отопления, для которой требуется устройство теплового узла (котельной). Данная система способна решить все проблемы теплоснабжения в каждой отдельно взятой квартире, многоэтажном доме, садовом домике без значительных затрат. Гарантия СЛО – сто лет, все тепловые режимы обогрева помещения легко задаются по желанию жильцов с помощью автоматики [13]. Сроки эксплуатации газового и традиционного электрического отопления существенно ограниченны (10-15 лет) и требуют периодического обслуживания, сопряженного со значительными затратами, а СЛО будет работать, не требуя техобслуживания в течение всего периода эксплуатации.

Прогрессивные технологии разрабатываются и в сфере транспорта. Учитывая объемы и разнообразие видов транспорта, внедрение мероприятий по повышению энергоэффективности в данном секторе позволит экономить значительные объемы энергии.

Энергоемкость современных машин на бензине и дизельном топливе при эффективном сжигании топлива и системе изменения фаз газораспределения составляет соответственно 5,4–9,7 и 4,2–7,5 л/100 км [14]. При этом потребление топлива автомобилями с гибридным электроприводом или малолитражками типа «Смарт» составляет только 5,5 л/100 км. Дополнительные издержки инвестирования в автомобили с гибридным электроприводом экономически целесообразны при условии среднегодового пробега 12 тыс. км и при среднем сроке эксплуатации машины 10 лет. Приблизительно 40 % технического потенциала являются финансово эффективными.

Большая часть мероприятий, необходимых для повышения энергоэффективности на железнодорожном транспорте, может быть реализована без дополнительных капитальных затрат. Замена и модернизация подвижного состава и прочего оборудования необходима для продолжения эксплуатации железнодорожного хозяйства. Все изготавливаемые современные железнодорожные транспортные средства более эффективны, чем те, что в настоящее время находятся в эксплуатации в Казахстане, и поэтому для повышения энергоэффективности не потребуется новых инвестиций для разработки

инновационных технологий и оборудования. Повышение эффективности станет следствием этой замены, не требуя дополнительных капиталовложений. Прочие мероприятия, которые, в конечном счете, будут служить повышению энергоэффективности и производительности, включают: установку информационно-технологических систем управления, замену дизельных двигателей тепловозов, замену топливных систем двигателей и установку топливных расходомеров [14].

Существует значительный технический потенциал повышения энергоэффективности трубопроводного транспорта нефти, газа и нефтепродуктов. Большая часть инвестиций, необходимых для снижения потерь на газопроводах, является экономически и финансово эффективными.

Мероприятия по снижению потерь включают:

- установку систем улавливания утечек газа при неработающих компрессорах;
- установку пневматического оборудования с низкими выбросами газа (для насосных установок непрерывного и периодического действия);
- совершенствование энергетических обследований и технического обслуживания клапанов и поверхностей трубопроводов;
- применение поршневых компрессоров и установку на них уплотнителей;
- установку сухого уплотнения на ротационные компрессоры;
- установку сепараторов на резервуары попутного газа и замену оборудования компрессорных станций.

По оценкам Агентства США по охране окружающей среды, основанным на американской практике, подобные меры могут снизить утечки газа на 50 % [14].

Экономии энергии на трубопроводах сырой нефти и нефтепродуктов можно достичь путем установки более современных насосов и повышения качества внутренней поверхности трубопроводов. По мнению главных энергетиков предприятий отрасли, значительная доля роста транспортных потерь объясняется увеличением скорости перекачки нефти и нефтепродуктов по перегруженным трубопроводам.

Таким образом, применение любой из вышеперечисленных энергосберегающих технологий влечет за собой положительные экологические эффекты, способствующие сохранения здоровья и среды обитания человека. Так, первый положительный эффект энергосбережения связан с возможностью не сооружать новые топливные базы, инфраструктуры топливообеспечения, энергопроизводящие источники, сети транспорта и распределения энергоносителей. Вторым важнейшим экологическим эффектом энергосбережения является снижение антропогенных выбросов парниковых и загрязняющих газов благодаря экономии энергии, внедрению новых энергосберегающих технологий и оборудования в производствах указанных отраслей экономики (например, за счет улучшения теплоизоляции жилищ, повышения КПД двигателей и т.д.). Поэтому необходимо решать проблему компенсации или устранения экологических последствий энергоиспользования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кызылбаева С.С., Татиева М.М. Пути устойчивого развития энергосбережения в Республике Казахстан // Молодой ученый, №2. – Казань, 2014. - С. 472-474.

[2] Шарипов А.Я. Инновационные технологии энергосбережения и повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения в жилищном и социальном секторах // Теплоснабжение, №2/1. - Санкт-Петербург, 2012. - С.20-24.

[3] Беляев В.С. Энергоэффективность наружных стен крупнопанельного домостроения // Жилищное строительство.- 2011. - N 7. - С. 23-26.

[4] Садыкова Л.А. Мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха // Вестник УГУЭС, № 1 (7). – Уфа, 2014. - С.171-173.

[5] Табунщиков Ю.А. Малозатратные оперативные мероприятия по экономии энергии // Энергосбережение, №8. - Москва, 2012. - С. 4-9.

[6] Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. - Спб.: БХВ-Петербург, 2011. - С. 478.

[7] Мухлыгин И.Ю. Инновационные энергосберегающие технологии в сфере жилищно-коммунального хозяйства // Вестник Чувашского университета, № 4. - Чебоксары, 2011. - С.454-457.

[8] Казакевич А.В. Коррозионная стойкость и совместимость материалов несущих конструкций навесных фасадов // Кровля, фасады, изоляция. - 2008. - № 3.– С. 101-104.

[9] СП 23-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий. - М: ФГУП ЦПП, 2004. - 174 с.

[10] Ахмяров Т.А. Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла // Энергосбережение.- 2013. - N 4. - С. 36-46.

[11] Дейк Д. Европейские стандарты энергоэффективности зданий // Энергосбережение.- 2011. - N 7. - С. 72-77.

[12] Поликарпов, В. Теплоизоляция как инструмент экономии в промышленности // Энергосбережение.- 2013. - N 6. - С. 52-53.

[13] Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003 .- 193 с.

[14] Osborn A. Energy Manager / Rover Group, UK. Saving Energy by Raising Awareness: Seminar Energy management: Low cost energy saving Techniques. Kiev, April 1997.

Зубова О.А., Таныбаева А.К., Абубакирова К.Д., Воронова Н.В.

Инновациялық энергия үнемдейтін технологияларға шолу

Түйіндеме. Мақалада өндіріс орындарындағы, құрылыс және транспорттық саладағы пайдаланылатын энергия қорының тұрақты түрде жетіспеушілігінің өсуіне байланысты энергия үнемдеудің қазіргі заманғы негізгі технологиялары қарастырылған. Мемлекеттік ғимараттардың кейбір бөліктері (мектеп, аурухана т.б.), сондай ақ тұрғын үй ғимараттары тиімсіз энергетикалық жүйелермен қамтамасыз етілген және жаңаруды талап етеді. Осы мәселені шешуде авторлар энергия үнемдеуші шатырларды монтаждау, энергия үнемдеуші сырларды қолдану, қабырғаларды жылылау, қазіргі заманғы шыны пакеттер, жоғарғы технологиялы және экономикалық тиімді жылыту мен суыту сияқты энергия үнемдеуші технологияларды қолданудың экологиялық және экономикалық басымды бағыттарын анықтады.

Сонымен қатар төбедегі инфра қызыл жылытқыштар мен тұрмыстық коммунальды шаруашылықтағы сәулелі жылыту жүйелері сияқты энергия үнемдеудегі инновациялы технологияларды қолданудың мүмкіншіліктері қарастырылған.

Транспорт саласында қолданатын автомобиль өндірісіндегі гибридті электр өткізгіштің прогрессивті технологиясының қысқаша сипаттамасы берілген.

Түйін сөздер: энергия үнемдеу, энергия үнемдеуші технологиялар, сәулелі жылыту жүйесі, төбедегі инфра қызыл жылытқыштар жүйесі, пассивті үй.

УДК 622.286

B.Zhanbyrbayev, G.Doskaziyeva, M.Sagyzbay. Z. Kuangaliyev
(Atyrau University of Oil and Gas
Doskaziyeva.gulsin@gmail.com)

THE STUDY OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE PERFORMANCE OF OIL DISPLACEMENT BY HOT STEAM

Abstract. The paper presents the method of calculating the displacement of oil by steam on an Electronic-Computing Machine, describes the displacement mechanism, identifies the main temperature zones formed in the reservoir, calculates the changes in time of the boundaries of these zones, saturation distribution and displacement coefficient.

Key words: temperature zones, the process of non-isothermal displacement, isothermal displacement, coolant, steam, residual water saturation, residual oil saturation.

Б. Жанбырбаев, Г.Ш. Досказиева, М. Сагызбай, З.А. Куангалиев
(НАО Атырауский университет нефти и газа им. С.Утебаева,
Атырау, Республика Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ГОРЯЧИМ ПАРОМ

Аннотация: В работе изложена методика расчета на ЭВМ вытеснения нефти паром, описан механизм вытеснения, определены основные температурные зоны, образующиеся в пласте, вычислены изменения во времени границ этих зон, распределения насыщенности и коэффициент вытеснения.

Ключевые слова: температурные зоны, процесс неизотермического вытеснения, изотермического вытеснения, теплоноситель, пар, остаточная водонасыщенность, остаточная нефтенасыщенность.

При вытеснении паром выделяют три характерные температурные зоны: I-пара, II-сконденсировавшейся горячей воды; III-холодной воды.

При вытеснении нефти горячей водой в пласте присутствуют две зоны с переменной температурой, где реализуется процесс неизотермического вытеснения (II), изотермического вытеснения при начальной пластовой температуре (III).

При нагнетании воды с температурой на забое равной начальной пластовой, во всем пласте нефть вытесняется в изотермических условиях. Наконец, если температура нагнетаемой воды на забое ниже пластовой, то в пласте так же, как и при нагнетании горячей воды, образуются две зоны, только в зоне неизотермического вытеснения температура не снижается, а повышается вдоль потока. Такой характер вытеснения позволяет для расчета определенных выше случаев использовать единую методику [2], запрограммированную для расчетов на ЭВМ.

В работе [4] обосновывается применимость указанной методики для случаев неизотермического вытеснения нефти водой, приводятся дальнейшее усовершенствование, учитывающее влияние температуры на фазовые проницаемости и по результатам расчета для одной из залежей "Урало-Поволжья исследуется влияние температуры нагнетаемой воды на характеристики вытеснения.

Как известно, распределение температуры при неизотермическом вытеснении нефти водой описывается теоретическим решением Ловерье. При радиальном вытеснении можно пользоваться этим же решением с учетом дополнения, предложенного Г. Е. Малофеевым [2].

С другой стороны, в обсуждаемой методике вытеснения нефти паром распределение температуры в зоне горячей водой схематизируется ступенчатым изменением при условии что теплосодержание в этой зоне равно теплосодержанию между границами зоны пара и холодной воды, вычисленными по формулам Лангенхэйма или Виллмэна[4].

Для обоснования допустимости применения ступенчатого распределения температуры при вытеснения нефти горячей водой сопоставлены кривые распределения безразмерной температуры вдоль радиуса, вычисленной для одинакового момента времени. Оценочные расчеты: показывают, однако, что теплосодержание в этих зонах почти одинаковы, а коэффициент вытеснения, вычисленный при предположении ступенчатого распределения температуры, всего на 2-3 % отличается от вычисленного с учетом распределения температуры по методике Ловерье.

Учитывая преимущества использования единой методики для расчета неизотермического вытеснения и невысокую степень точности при определении исходных данных, такую ошибку можно считать вполне допустимой.

Эффект при вытеснении нефти теплоносителями определяется влиянием температуры на вязкость и плотность фильтрующихся жидкостей на фазовые проницаемости и капиллярные характеристики. В обсуждаемой методике вытеснения нефти паром влияние температуры на отношение вязкости нефти и воды аппроксимировались зависимостью

$$\mu_0 = A + B(1-\theta)^n \qquad (1)$$

где $\mu_0 = \mu_н / \mu_d$ $\theta = (T - T_0\}/(T_н - T_0)$, A, B, n аппроксимирующие коэффициенты; $\mu_н$ и μ_d - вязкость нефти и воды; $T_н, T_0, T$ температура нагнетания, начальная пластовая и текущая температура соответственно.

Термическое расширение учитывалось введением пересеченного коэффициента *F*, корректирующего вычисленную по методике Баклея - Леверетта водонасыщенность. Зависимость *F* от температуры вводилась в виде

$$F = 1 - \omega\theta$$

где ω - аппроксимирующий коэффициент, определяемый свойствами нефти .

Согласно работы [1] фазовые проницаемости нефти $k_н$ и воды $k_в$ через нефтенасыщенность σ определяются по формулам

$$k_н = \left(\frac{1-\sigma_{н,0}-\sigma}{1-\sigma_{н,0}-\sigma_{св}}\right)^3 \qquad (2)$$

$$k_н = \left(\frac{\sigma-\sigma_{св}}{1-\sigma_{н,0}}\right)^3 \qquad (3)$$

где $\sigma_{н,0}$, $\sigma_{св}$ - соответственно остаточная нефтенасыщенность и водонасыщенность. При этом принимается величины $k_н$, $k_в$ не зависят от температуры. Однако, как показывают экспериментальные результаты, проведенные в работе [3] свидетельствуют об изменении фазовых проницаемостей от температуры. В связи с этим в работе [4] предложена учесть влияния температуры на фазовые проницаемости, введя критические значения насыщенности как функции температуры. Таким образом определяя экспериментально остаточную нефтенасыщенность $\sigma_{н,0}$ и связанную водонасыщенность $\sigma_{св}$ при начальной пластовой температуре $\theta = 0$ и при температуре нагнетания $\theta = 1$, получим

$$\sigma_{н,0} = \sigma_{н,0}(0) + \theta\Delta\sigma_{н,0} \qquad (4)$$
$$\sigma_{св} = \sigma_{св}(0) + \theta\Delta\sigma_{св}$$

где $\Delta\sigma_{н,0} = \sigma_{н,0}(1) - \sigma_{н,0}(0)$, $\Delta\sigma_{св} = \sigma_{св}(1) - \sigma_{св}(0)$

Остальные вычисления распределения насыщенности вдоль радиуса, коэффициента вытеснения, доля нефти в потоке приводятся по методике [2], а расчет фильтрационных сопротивлений по методике [4].

В качестве примера применяемой методики вытеснения нефти в пределах предлагаемой методики в работе [1] рассмотрено вытеснение нефти в пределах опытного элемента на одной из залежей Урало-Поволжья и проанализированы результаты расчетов. Исходные данные следующие.

Мощность пласта 5,3 м; пористость 0,235; проницаемость 0,69 дарси, начальная пластовая температура $T_0 = 24^0 C$, связанная водонасыщенность 0,1; вязкость нефти в пластовых условиях 19,1 сПз; плотность нефти при пластовой температуре 890 кг/м^3 , расстояние между нагнетательной и эксплуатационной скважинами $R_{пл} = 100м$ теплопроводность окружающих горных пород K = 2 ккал/м. ч. град., объемная теплоемкость пласта с насыщающими его жидкостями 660 ккал/м^3.град; вязкость и плотность воды при начальной пластовой температуре соответственно 0,92 сПз и 996 кг/м^3 , Расчеты проводились при заданном постоянном расходе нагнетании 100м^3/сут воды с температурой на забое нагнетательной скважины 150, 24 и 10^{0}С. Остаточная нефтенасыщенность при различной температуре и аппроксимирующие коэффициенты приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. **Остаточная нефтенасыщенность при различной температуре**

Показатели	Вытеснение		
	горячей водой	изотерми-ческое	Холодной водой
Температура нагнетания $T_н$ ^{0}C	150	24	10
Остаточная нефтенасыщенность $\sigma_{н,0}$	0.20	0.42	0.48
Коэффициенты для μ_0: A	6.9	-	24.6
B	13.5	-	-4.2
n	2.32	-	1.02
Коэффициенты изменения плотности воды ε кг/м^3	70.2	-	-3.6
Коэффициент ω	0.104	-	-0.016

Расчеты показывают, что с увеличением температуры фазовые проницаемости для нефти и воды сдвигаются в сторону больших значений водонасыщенности σ , что согласуется с экспериментальными данными, полученными в работе [2].

Установлено, что в зоне изотермического вытеснения водонасыщенность совпадает, в зоне неизотермического вытеснения - расходятся, причем повышение температуры нагнетания приводит к увеличению водонасыщенности.

Нагнетание в пласт воды при температуре несколько ниже пластовой, мало влияет на характеристики вытеснения если это снижение температуры не вызывает изменений движущихся флюидов. Такой вывод согласуется с ранее сделанными о характере вытеснения нефти холодной

водой [2]. Наоборот нагнетание горячей воды существенно улучшить показатели, если учесть влияние температуры не только на соотношение вязкостей, но и на фазовые проницаемости. В конкретном примере коэффициент вытеснения на момент прокачки трех поровых объемов пласта при нагнетании холодной воды с $T_0 = 10^0 C$ был равен 0,35; при изотермическом вытеснении - 0.3, нагнетании горячей воды- 0,47. Коэффициент нефтеотдачи будет ниже в соответствии с охватом пласта процессом вытеснения.

Специальные расчеты были проведены для того, чтобы качественно оценить эффект влияния факторов на увеличение коэффициента вытеснения при нагнетании в пласт теплоносителей. Для этого в расчетах вытеснения нефти горячей водой с температурой 150^0C последовательным заданием аппроксимирующих коэффициентов устранялось влияние температуры на плотность (т. е. эффект термического расширения), затем влияние температуры.

Показано, что при вытеснении данной нефти горячей водой наибольший количественный эффект в увеличении коэффициента вытеснения достигается за счет изменения фазовых проницаемостей. Видимо, для более вязких нефтей будет возрастать эффект от изменения отношения вязкостей.

Описанная методика позволяет оценить относительный вклад указанных параметров в каждом конкретном случае. Изотермическое вытеснение характеризуется постепенным снижением перепада во времени, резким падением в момент прорыва воды в эксплуатационную скважину, а затем постепенным снижением, определяемым в основном фильтрационным сопротивлением в зоне эксплуатационной скважины при промывке пласта водой.

Перепад давления при закачке горячей воды существенно ниже, чем при изотермическом вытеснении, и характеризуется резким падением в двух точках: в момент прорыва холодной воды, а затем горячей воды в эксплуатационную скважину. Несмотря на то что снижение температуры приводит к росту вязкости нефти и воды, фильтрационные сопротивления и перепад давления оказались меньше, чем при изотермическом вытеснении. Этот нетривиальный результат был тщательно проанализирован. Оказалось, что он связан с учетом комбинированного влияния температуры не только на вязкости, но и на фазовые проницаемости.

ЛИТЕРАТУРА

[1] П.М. Южанинов, В.А. Мордвинов и др. Совершенствование технологии освоения и восстановления продуктивности скважин в низкопроницаемых коллекторах// Повышение эффективности поиска, разведки и разработки нефтяных месторождении Пермского Прикамья: Сборник научных трудов.-М.:ИГИРГИ,1987.-с.95-98

[2] Томас Р,Масмонтейл Ж. Тенденции в кислотной обработке матрицы//Нефтяное обозрение – Шлюмберже.-1996.-с.20-36.

[3] З.К вопросу повышения эффективности обработки призабойной зоны добывающей скважины. /Сафин С.Г., и др.// Нефтепромысловое дело.-1992.-вып.4.-с.14-16.

[4] Гребенников В.Т., Иванов А.Н.. Новые технологии интенсификации добычи углеводородов// Нефтяное хозяйство.2004.-№8-с.90-93.

Жанбырбаев В., Досқазиева Г., Сағызбай М., Құанғалиев З.

Мұнайды ыстық бумен ығыстыру көрсеткіштеріне температураның әсерін зерттеу

Түйіндеме: Жұмыста мұнайды бумен ығыстыруды ЭЕМ-да есептеу әдістемесі баяндалған, ығыстыру механизмі сипатталған, қабатта пайда болатын негізгі температуралық аймақтар анықталған, осы аймақтар шекарасындағы уақыт бойынша өзгерістер, қанығушылықты бөлу және ығыстыру коэффициенті есептелген.

Түйінді сөздер: температуралық аймақтар, изотермиялық емес ығыстыру, изотермиялық ығыстыру процесі, жылу тасымалдағышы, бу, қалдық сумен қанықкандық, қалдық мұнаймен қанықкандық.

Zhanbyrbayev B., Doskaziyeva G., Sagyzbay M., Kuangaliyev Z.

The study of the effect of temperature on the performance of oil displacement by hot steam

Summary. The paper presents the method of calculating the displacement of oil by steam on an Electronic-Computing Machine, describes the displacement mechanism, identifies the main temperature zones formed in the reservoir, calculates the changes in time of the boundaries of these zones, saturation distribution and displacement coefficient.

Key words: temperature zones, the process of non-isothermal displacement, isothermal displacement, coolant, steam, residual water saturation, residual oil saturation.

ӘОЖ 613.6.027

E.Zh. Otarov, B.A. Begaidarov, T. D. Rakhatov, Ch. U. Ismailov
(Karagandy regional branche of Republican Occupational Safety Research Institute, Karaganda, Kazakhstan
E-mail: kof_rniiot@mail.ru, krg_nii@rniiot.kz)

ASPECTS OF OCCUPATIONAL RISK IN THE WORKING ENVIRONMENT AT THE PLANT OF METAL STRUCTURES (LITERATURE REVIEW)

Abstract. For many years, the steel plant has played an important role in the economy of Kazakhstan. There are many harmful factors that affect the health of people in these plants. That is why comprehensive and complex research is needed to improve the health of workers. Creating effective and high-quality recommendations aimed at improving the health and well-being of workers on the basis of established laws has not yet removed its relevance.

Key words: occupational risk, production factor, occupational health.

Е. Ж. Отаров, Б. А. Бегайдаров, Т. Д. Рахатов, Ч. У. Исмаилов
(Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты Қарағанды облыстық филиалы, Қарағанды, Қазақстан
E-mail: kof_rniiot@mail.ru, krg_nii@rniiot.kz)

МЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖАСАУ ЗАУЫТЫНДАҒЫ ЖҰМЫСШЫЛАРДЫҢ ЕҢБЕК ЖАҒДАЙЫНЫҢ КӘСІБИ ҚАУІПІН БАҒАЛАУ АСПЕКТІЛЕРІ (ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ)

Түйіндеме. Металл құрылымын жасау зауыты бірнеше жылдар бойы Қазақстанның экономикасына онтайлы септігін тигізіп жатыр. Бұл зауыттағы цехтарда адам денсаулығына теріс әсер ететін көптеген зиянды өндірістік факторлар бар. Сол себепті жан-жақты және кешенді зерттеу, жұмысшыларды сауықтыруға бағытталған шараларды жетілдіру үшін қажет. Анықталған заңдылықтар негізінде жұмыскерлердің еңбек ету жағдайын және деңсаулығын жақсартуға арнайы бағытталған тиімді әрі сапалы ұсыныстарды жасау осы күнге дейін өзінің өзектілігін жойған жоқ.

Түйінді сөздер: кәсіби қауіптілік, өндірістік фактор, еңбек гигиенасы

Мемлекеттің әлеуметтік-экономикалық және салауаттылық жағдайын көрсететін қоғамдық дамудың маңызды өлшемі жұмыс істейтін халықтың денсаулық жағдайы болып табылады [12].

Қолайсыз еңбек жағдайлары, өндірістік жарақаттану және кәсіптік аурулар елеулі қаржылық шығындарға әкеп соқтыра отырып, мемлекеттегі демографиялық жағдайды қиындатады. Бұл проблемалар металл құрылымын жасау өндірісінде өзекті мәселелердің бірі, және оларды шешу жолдарын іздеуді талап етеді [29, 30].

Көптеген жылдар бойы металл конструкция зауыты құрылыс металл конструкцияларын өндіру бойынша жетекші кәсіпорын болды. Стандартты металл конструкцияларынан басқа, зауыт күрделі, басқа да металл конструкцияларын өндіруге маманданған. Зауыт келесі құрылыс металл бұйымдарын шығарады: халық шаруашылығының барлық салаларының ғимараттары мен құрылыстары, тұрғын үй және қоғамдық ғимараттар мен арнайы құрылыстарды салу, жол, теміржол және жаяу көпірлердің металл конструкциялары, көптеген салалардың стандартты емес жабдықтары, сондай-ақ техникалық және медициналық оттегі.

Металл өңдеу өнеркәсібіндегі негізгі жағымсыз факторлар шикізат пен жартылай фабрикаттардың шаңы, оның температурасы мен ылғалдылығы, зиянды газдар және басқа да шаңнан ауаның ластануы болып табылады. Участокте технологиялық процестер мен операцияларды жүргізу кезінде негізгі қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың бірі шу болып табылады. Шу механикалық сипатқа ие, себебі ол машиналар мен жабдықтардың беттерінің дірілдеуіне, сондай-ақ бөліктердің, қондырғылардың немесе құрылымдардың буындарындағы бір немесе мерзімді соқтығыспен байланысты.

Металл өңдеу зауытындағы шаңның негізгі көзі метал бетінің абразивті-ұнтақталуы болып табылады, соның нәтижесінде конструкцияның метал шаңы және абразивтік дөңгелектің шаңы пайда болады. Маңызды қауіпті және зиянды факторлар электрлік көпір крандарының, тегістеу және фрезерлік машиналардың, гильотиндердің жұмысынан туындаған діріл мен шу болып табылады. Діріл орталық жүйке және жүрек-қантамырлық жүйелердің, тыныс алу органдарының, жоғары қан қысымы, тамыр ауруы, бұлшықет, көру және есту қабілетінің қалыпты жұмысының бұзылуына себеп болуы мүмкін. Шу жалпы алғанда денеге зиянды әсер етеді, ми қыртысына әсер етеді, ашуландырғыш әрекет

әкеледі, шаршау процесін жеделдетеді, көңіл-күйді әлсіретеді және психикалық реакцияларды үнемі әсер етуімен баяулатады және кәсіби ауруларға - есту қабілетінің жоғалуына және саңырауқандығына әкеледі. [11]

Осы себептен қатты шу жарақаттардың пайда болуына үлес қосуы мүмкін, себебі осы шудың аясында көлік құралдарының, жабдықтардың және басқа да машиналардың сигналдары естілмей қалады. Шудың бұл зиянды зардабының көрінімі шудың көбеюі, қаттылығы оның ұзақтығының ықпалы болып табылады. Осылайша есту қабілетінің төмендеуі 85 дБА шу қарқындылығында 5 жыл жұмыс істегеннен кейін пайда болуы мүмкін. Шу 80-ден 90 дБА дейін көтерілгенде, жұмысшы сол жұмысты орындау үшін физикалық және жүйке күштерін 10-20% -ға көп жұмсау керек. Адам ағзасындағы көптеген зиянды заттардың қанға кірместен шырышты қабығын тітіркендіретін фиброгендік әсері бар (шаң: металдар, пластмасса, ағаш, зығыр, шыны). Бұл шаң металдарды өңдеу, құю және штамптау кезінде пайда болады. Ішіндегі ең қауіптісі- ұсақ дисперсиялық шаң. Оның ірі-дисперсиялық шаңнан айырмашылығы ол бірқалыпты жағдайда тұрады және өкпеге жеңіл кіреді Дәнекерлеу шаңында 90 % мөлшері 5 мкм бөлшектер бар, бұл адамның денесіне зиян келтіреді, өйткені оның құрамында марганец пен хром бар. Адамдарға зиянды заттардың әсер етуі нәтижесінде кәсіптік аурулар орын алуы мүмкін, арасындағы ең ауыры силикоз болып табылады, құю цехындағы кремний қостотығымен(SiO2) дем алған кезде пайда болады [14].

Жоғарыда айтылғандар, заманауи металлургиядағы жұмысшылар арасында кәсіптік аурулар мәселесі өзекті болып қалуда және осы саладағы зерттеулерді одан әрі жалғастыру қажеттігін көрсетеді. Сондай-ақ, кәсіби аурулардың дамуына еңбек жағдайларының үлесін және зертханалық зерттеулерден тек қол жетімді деректер бойынша оның (кәсіби немесе жоқ) табиғатын анықтау жеткіліксіз керектігін атап өткім келеді [13].

Қазіргі таңда, еңбек қорғауды басқару және алдын-алу жүйесін реформалау қолға алынып жатыр оның тізімдік және толық жолын, алдын-алу яғни превентивтік бағытқа, ал кәсіби қауіптілікті бағалау және анықтау жүйесі осы өтпелі кезеңнің құралы болуы керек. Бұл жүйенің жаңа тұжырымдамасы «қауіптілікті кім құрастырады, оған оларды басқару үшін көп мүмкіндіктер бар». Еңбекті қорғау қызметінің дамуында заманауи мағынада кәсіби қауіптілікті бағалау және басқару теориясы жатыр [15].

Кәсіби қауіптілікті талдау жүйесі бұрыннан бері әзірленді, және ол мына кезеңдерді қамтиды. [31,19]

1. Қауіптілікті бағалау: құрылымды және қауіптілік дәрежесін бағалау (әсер етудің сапалық сипаттамалары - тропизм, синергизм, антагонизм және т.б., экспозиция деңгейінің сандық сипаттамалары, уақыт, қауіп-қатер аймақтарының кезеңі); кәсіптік аурудың ықтималдығын болжау, ұрпаққа ықтимал әсер ету; қауіп дәрежесін анықтау (оның дәрежесін бағалау және жұмсарту жөніндегі шаралардың өзектілігі).

2. Қауіптілікті басқару: мәселені шешу, нұсқаларды қарау, шешімдерді қабылдау; іс-әрекеттер мен нәтижелерді бағалау (сәулеленудің және экспозицияның, бастапқы, екінші және үшінші деңгейлі профилактиканы төмендеуі); Шаралары мен механизмі: ұйымдастырушылық-техникалық, емдәк алдын-алу, әкімшілік-құқықтық және экономикалық; оңтайландырудың алдын-алу критерийі: дозаның немесе қауіптіліктің ең аз мөлшері және шығындар мен пайдалардың оңтайлы арақатынасы;

3. Қауіптілікті бақылау: жұмысшының, жұмыс берушілер, өкілдер, әкімшіліктер, сақтандырушылар, жұртшылық және т.б. қауіптілігі туралы ақпарат.

«Қауіп» тұжырымдамасы эпидемиологиялық зерттеулерде бұрыннан пайдаланылған, зерттеу және есептеу әдістерінің түрлеріне байланысты әртүрлі түсініктемеге ие. Еңбек гигиенасы қарасты гигиеналық және клиникалық зерттеулер жүргізу барысында ескере кеткен жөн. Гигиенадағы «қауіп» термині шудан есту қабілетінің жоғалуы ықтималдығын (ISO P-1999, 1971) бағалау үшін Халықаралық стандарттау ұйымының ұсынысымен келді. 1977 жылы Халықаралық еңбек ұйымы (ХЕҰ) «Жұмыс орындарында ауаның ластануынан, шудан және дірілден туындаған кәсіптік қауіптен жұмысшыларды қорғау туралы» Конвенциясын қабылдады. 1978 ж. Дүниежүзілік деңсаулық сақтау ұйымы сарапшылары қауіптілікті «бұл экспозицияға жағымсыз реакциялар күтілетін ауырлық дәрежесін және / немесе жиілігін көрсететін тұжырымдама» ретінде анықтады [5].

Қауіпті бағалау - зиян ықтималдығын, еңбек қауіпсіздігіне әсер ететін көрсеткіштерді анықтау арқылы салдардың ауырлығын анықтау және ғылыми қызметтің барысында жинақталған деректер негізінде оларды сандық бағалау. Осындай өндірістік қауіп еңбек жағдайына байланысты өмір мен денсаулыққа қауіп әкелетін және оған қосылатын қауіп: өлім, жарақат немесе кәсіптік ауру деген анықтама беруге болады [6]

Осылайша, еңбек қорғау мамандарының ұзақ мерзімді зерттеулерінің нәтижелері, кәсіби қауіптілікті анықтау, жұмысшының кәсіби тұрғыдағы денсаулық бұзылуының алдын-алу табуына мүмкіндік туғызады [17].

Кәсіптік қауіпті бағалау және басқару, жұмысшылардың еңбек жағдайлары бойынша себеп-салдарлық қатынастарында денсаулық жағдайын талдау және бағалау, еңбек құқығы субъектілерін қауіп туралы хабардар ету, қауіп көрсеткіштерінің динамикасына мониторинг жүргізу, сондай-ақ кәсіби қауіпті басқару жөніндегі шараларды қабылдау болып табылады [12].

Өндірістегі профилактикалық медициналық тексерулердің қолданыстағы жүйесі, кәсіби ауру белгісінің ерте кезеңін анықтап беруіне кепіл бермейді. Соған орай жұмысшының денсаулығын сақтау және кәсіптік қауіпті бағалау мен басқару негізінде алдын-алудың ең лайықты әдістерін таңдау үшін өте маңызды болып табылады [7].

Осыған байланысты, гигиеналық ережелерді сақтамау жағдайында жұмысшының денсаулығы үшін кәсіби қауіп шамасын бағалау мәселесі өзекті болып табылады және келесі шешімдерді талап етеді: бұл гигиенаның дәстүрлі көзқарасы адам ағзасына зиянды факторлардың әсер ету қаупінің болмауына жол бермейді, бұл нақты жағдайдың зардаптарын бағалауды қиындатады. «Жеке» және «ұжымдық» қауіпті болжамдаудың сенімділігі тек адекватты математикалық модельдеу негізінде экспозициялық фактордың әсер етуін ғана есептеу емес. басқа да факторлардың әсер етуіне байланысты болады. Модельдеудің міндетті шарты ең күшті әсер ететін факторлардың оңтайлы санын және олардың әрқайсысының ықтималдық бағалауын таңдау болуы керек. Осы жағдайлардың сақталуы кәсіби қауіптің нақты мағынасының бұзылуын болдырмайды [9].

Кәсіби қауіптілікті басқару, денсаулықты сақтау және жұмысшылардың қауіпсіздігін жақсартуға, соның ішінде еңбек жағдайларын бағалауға және кәсіптік тұрғыдан анықталған денсаулыққа зияндылықтың даму ықтималдығын болжауға бағытталған іс-шаралар жиынтығы ретінде қарастырылуы мүмкін. Содан кейін деректерге сәйкес медициналық тексеруден, ауру-сырқаудан, сондай-ақ жұмыс берушінің ұйымдастырушылық, техникалық және емдік шараларды әзірлеуі мен енгізуі бойынша нақты анықтаумен салыстыруға тура келеді [28].

Кәсіби қауіпті басқару жұмыс беруші мен жұмысшының арасындағы әлеуметтік-еңбек қатынастарын жетілдіру жүйесін, оның ішінде қолданыстағы заңнамалық және моральдық-этикалық нормаларды ескере отырып, жұмысшының денсаулығының зақымдану қаупін бағалау нәтижелерімен таныстыру тәртібін дайындауды болжайды [7].

Кәсіби қауіпті бағалау мен басқару процесі өзара байланысты элементтер мен процестердің тиімді жиынтығы ретінде кәсіпорындағы еңбек қорғауды басқару жүйесін кезең-кезеңмен жүзеге асыруды көздейді. Осы өтпелі кезеңге кедергі келтіретін проблемалардың бірі еңбек жағдайлары, өндірістік жарақаттар мен кәсіптік аурулар жағдайы туралы объективті статистикалық ақпараттардың жоқтығы, еңбек қауіпсіздігінің үрдістерін анықтау және басқарушылық шешімдерді қабылдау үшін, өнеркәсіптік апаттар мен кәсіптік аурулар туралы салыстырмалы деректер болу керек [10].

Қауіпті басқару ұйымдық, техникалық, медициналық, әкімшілік, құқықтық және экономикалық шаралармен жүзеге асырылады. Білім беру көздерінде, жол бойында және жұмыс орнында қауіпті болдырмау, жою немесе азайту жөніндегі техникалық шаралар болуы жөн олар: сәулеленудің және оның әсер етуінің азаюы [16].

Кәсіби қауіпті бақылау жұмысшыларға, жұмыс берушілерге, олардың өкілдеріне, мемлекеттік органдарға жұмысқа қатер төндіретін факторлардың жай-күйі туралы және оны азайту бойынша қажетті және қолданылатын шаралар туралы хабардар етуден тұрады. Қауіптің әдістемесі әлеуметтік-экономикалық және этикалық мәселелердің кешенін ескере отырып, еңбекті қорғаудың дәстүрлі және жаңа міндеттерін шешуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге кәсіби қауіп дәрежесіне байланысты профилактикалық іс-шаралардың көлемін саралауға мүмкін береді [25].

Жұмыс орындарында кәсіби қауіпті бағалау мен басқару мәселелеріне байланысты табысты шешім қабылдау мүмкін: егерде, әрбір жұмысшы еңбекті қорғау мәселелерін шешуге қатысса; қауіпсіздік техникасы қамтамасыз етілсе; еңбекті қорғау жағдайына бақылауды оңтайландырса; жұмысшыларға кәсіпорындағы еңбек қорғау жағдайы мен өндірістік жарақаттар туралы дереу хабарлама жүргізілсе [23].

Еңбек қауіпсіздігі саласында қауіптерді басқару әдістерін нақты енгізу үшін басқару құрылымын айқындау өте маңызды, сондықтан барлық деңгейдегі еңбек қорғау органдарының болуы және олардың жағдайы өте маңызды. Кәсіби қауіпті басқару жүйесі үшін инфрақұрылымды құрып, осы бағыттағы мамандарды даярлау қажет [31].

Іс жүзінде қауіпті бағалау - еңбек жағдайларын гигиеналық бағалау, оның ішінде жұмыс орындарын еңбекті қорғау талаптарына сәйкес аттестаттау кезінде байқалады [22].

Пайдалы тұжырымдама - кәсіби қауіпті аурулардың қауіпті және ауырлық санаттары бойынша, соның ішінде қауіпті және ауырлық дәрежесінің рейтингісі, сондай-ақ осы көрсеткіштерді біріктіретін индексі, бұл кәсіби аурулардың түрлі нозологиялық түрлерін бағалауға мүмкіндік береді [18].

Қазіргі жағдайда кәсіби ауру туралы ақпарат, атап айтқанда, қолайсыз еңбек жағдайларында жұмыс өтілінің ұлғаюына қарай жоғарылау үрдісі бар аурудың жоғары деңгейі және белгілі бір дәрежеде созылмалы патологияның таралуы кәсіби қауіпті көрсетеді [27].

Қазіргі уақытта еңбек жағдайларын зерттеу және олардың нақты жұмысшының денсаулығы үшін қолайсыз салдармен байланысын анықтау негізінде жеке кәсіби қауіпті бағалауға ерекше назар аударылады [24].

Жеке қауіп негізінде жеке қауіпсіз жұмыс стажын болжауды және функционалдық бұзушылықтардың алдын алуға, факторлардың әсеріне жеке сезімталдықты ескере отырып, оларды қалпына келтіруге немесе өтеуге бағытталған басқарушы шешімдерді генерациялауды жүргізу орынды. Жеке кәсіби қауіпті бағалау зиянды өндірістік факторлар деңгейінің әсерін зерттеу жолымен жүргізіледі, бұл ретте осы факторлардың тиімді экспозицияларының көрсеткіштері олардың доза көрсеткіштерімен салыстырғанда нақты қауіпті көп мөлшерде көрсететіндігі анықталды [21].

Қазіргі уақытта еңбек гигиенасында зиянды еңбек жағдайларында жұмыс істейтін жұмысшылар үшін кәсіби қауіпті бағалау және кәсіби аурушаңдықтың алдын алу және еңбекті қорғау міндеттерін шешу қажеттілігі күмән тудырмайды [20].

Кәсіби қауіпті бағалау негізінде қауіпті басқару жүйесі құрылады және жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және денсаулығын сақтауға бағытталған шешімдер мен іс-әрекеттер қабылданады [30].

Бірқатар авторлардың пікірінше, жұмысшылардың денсаулығын сақтау мәселелерін шешу еңбек жағдайларын талдауға, денсаулыққа келтірілген залалды есептеуге, өндірістік факторлардың әсерінен және еңбекті қорғау саласындағы жұмысшылардың өз құзыреттілігін бағалауға негізделген қауіпті басқару жүйесін әзірлеу есебінен мүмкін болады [3].

Кәсіби қауіпті басқару арқылы еңбекті қорғау жүйесін дамыту көбінесе жұмыс істейтін халықтың денсаулығын сақтау жүйесін жаңғыртудың мемлекеттік қажеттілігі болып табылады [6].

Осыған байланысты мемлекет жұмыс істейтін халықтың денсаулығын сақтаудың неғұрлым жетілдірілген тетігі ретінде кәсіпорындарды еңбек жағдайларын тұрақты жақсартуға және кәсіптік қауіпті басқару жүйесін енгізуге ынталандыру қажет [26].

Алайда кәсіби қауіпті басқару жүйесінде өнеркәсіптік кәсіпорындардың басшылары да қызығушылық танытады, өйткені ол жұмысшылардың денсаулығын сақтау саласында шешімдерді әзірлеу және қабылдау әдістерін іске асыру және қою үшін және өндірістің экономикалық тиімділігін арттыру үшін оларға өз білімін, тәжірибесі мен мүдделерін пайдалануға көмектеседі [4].

Осылайша, өндірісте кәсіби қауіпті басқарудың ғылыми негізделген жүйесін құру және енгізу бағыты гигиеналық парадигманың күтілетін жылжуы болып табылады: зиянды статикалық бағалаудан динамикалық ден қоюға және дәлелді деректер мен қазіргі заманғы технологиялар негізінде оның алдын алуына. Тиісінше мұндай жүйені енгізу еңбек жағдайларын жақсарту және жұмыспен байланысты денсаулық бұзылуының алдын алу жөніндегі басқарушылық шешімдердің негізділігін арттырады.

Осылайша, өндірістік ортаның әртүрлі факторларының әсер етуі кезінде жұмысшылардың кәсіби қаупін зерттеу негізінде кәсіби қауіпті бағалау және басқару жөніндегі іс-шараларды әзірлеу заманауи жағдайда гигиена және еңбекті қорғаудың өзекті мәселесі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Аношкин Д.В., Васильев А.В. Непрерывный мониторинг производственного шума и вибрации в рамках автоматизированной системы управления охраной труда // Безопасность труда в промышленности. 2011. № 12. С. 69-72.

[2] Арсеньев Ю.Н., Сулла М.Б. Системы поддержки принятия решений и управление риском // материалы: International Conference «Risk sciences: employment and traning» Сб.ст. Страсбург,1997, с. 376-382.

[3] Бузинов Р. В., Унгуряну Т. Н., Лазарева Н. К., Гудков А. Б. Организация социально-гигиенического мониторинга на территории Архангельской области // Экология человека. 2006. № 7. С. 3-8.

[4] Васильев А.В., Аношкин Д.В. Человеческий фактор как причина аварийности и травматизма на производстве и его анализ на основе принципов системного подхода к обеспечению безопасности // Безопасность труда в промышленности. 2010. № 11. С. 22-25.

[5] Величковский Б.Т. Жизнеспособность нации. Покупательская способность и здоровье населения // РАМН, 2012. С. 38 .

[6] Денисов Э. И., Степанян И. В., Челищева М. Ю. Статистическая оценка связи нарушений здоровья с работой // Гигиена и санитария 2012. № 1.

[7] Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Сивочалова О.В. Гармонизация отечественной терминологии по оценке и управлению профессиональными рисками с международными подходами и стандартами // Здоровье населения и среда обитания. 2010. № 11. С. 7-10.

[8] Ефремова О.С. Профессиональный риск. (Оценка и определение) М. 2010. 336С.

[9] Иванов Н.И. Инженерная акустика. (Теория и практика борьбы с шумом) М. Университетская книга. 2008. 424 с.

[10] Иванов Н.И., Никифоров А. С. Основы виброакустики: Учебник для вузов. Политехника, 2000.

[11] Измеров Н. Ф. Оценка профессионального риска и управления им - основа профилактики в медицине труда // Гигиена и санитария. 2006. № 5. С. 14-16.

[12] Измеров Н. Ф., Родионова Г.К., Попова Т.Б., Денисов Э.И. Оценка профессионального риска в медицине труда // Вестник РАМН. 2004. №2. С. 17-20.

[13] Измерова Н.Ф., Денисов Э.И., Тровант М. Профессиональный риск для здоровья работников. Руководство // Под ред. 2003. С. 448.

[14] Каминский К.П. Профессиональные риски в системе профессионального риска // Медицина труда и тема обязательного социального страхования // пром. экология. 2009. №12. С. 41-44.

[15] Красовский В. О., Овакимов В. Г., Денисов Э. И. Метод анализа структуры профессионального риска для прогнозирования и профилактики производственно-обусловленных заболеваний // Медицина труда и промышленная экология. 1997. № 12. С. 18-22.

[16] Кузьмин С.В. Система медицина оценки и управления профессиональным риском труда // 2009. №12. С. 5-11.

[17] Молодкина Н.Н. Проблема профессионального риска. Оценка и социальная защита //Медицина труда и промышленная экология. 1998. №6. С. 41-47.

[18] Окружающая среда. Оценка риска для здоровья: мировой опыт / Сост. Е.П. Авалиани, М.М. Андрианова, Е.В. Печенникова, О.В. Пономарева. Москва, 1996.-159с.

[19] Онищенко В.Я. Профессиональный риск: интегральные методы оценки //Безопасность труда в промышленности 1996. №10. С. 21-25.

[20] Панков В. А. Оценка условий труда, состояния здоровья и профессионального риска рабочих, подвергшихся воздействию физических факторов производственной среды // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра. 2003. № 2. С. 62-64.

[21] Петросянц Э., Соловьев А. Анализ предварительных итогов //Охрана труда и социальное страхование. 2000. №10.

[22] Потуданская В.Ф. Современные аспекты формирования регионального рынка услуг по охране труда // Автоматизация и современные технологии 2003. № 3. С. 35-39.

[23] Сафонов А.Л. Управление рисками и профилактика в сфере охраны труда в новых условиях // Охрана и техника безопасности труда 2010. № 7. С. 9-20.

[24] Соколов Э.М., Ветров В.В., Захаров Е.И., Панферова И.В. Совершенствование системы охраны труда на основе концепции профессионального риска. 1999. 108 с.

[25] Соколова Л. А. Медико-экологическая оценка условий труда работников промышленных предприятий // Экология человека 2007. № 5. С. 51-54.

[26] Федорец А. Г. Организационно-правовые проблемы современного этапа реформирования национальной системы управления охраной труда // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях 2011. № 3. С. 29-35.

[27] Федорец А. Научно-методические основы управления производственными рисками на рабочих местах // Безопасность в техносфере. 2007. №6.

[28] Яшин С.Н. Концептуальные вопросы оценки риска опасных производственных объектов в системе Управления промышленной безопасностью и охраной труда // Безопасность и охрана труда №3, 2008. С. 18-20.

[29] Карауш, С. А. Повышение эффективности обучения работников строительной отрасли охране труда за счет мотивации работодателей [Электронный ресурс] / С. А. Карауш, О. О. Герасимова // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая, 2015. — Вып. 1 (37). — Режим доступа : http://vestnik.vgasu.ru/attachments/6KaraushGerasimova-2015_1(37).pdf (дата обращения: 12.02.2018).

[30] Щекина, Е. В. Исследование условий труда и анализ производственного травматизма на металлургическом предприятии на примере ЗАО «Алкоа Металлург Рус» / Е. В. Щекина, А. С. Иванов // Инновации, экология и ресурсосберегающие технологии (ИнЭРТ-2014): Труды XI междун. науч.-техн. форума. — Ростов-на-Дону : 2014. — С. 147–154

[31] Guidance on Risk assessment at Work. ED, DG-V, “Safety and Healt at Work”. CE-88-95-557-EN-C. – Geneva, 1996. – 57 p.

Отаров Е. Ж., Бегайдаров Б. А., Рахатов Т. Д., Исмаилов Ч. У.

Аспекты профессионального риска в рабочей среде на заводе металлоконструкций (обзор литературы)

Резюме. На протяжении многих лет завод металлоконструкций играет важную роль в экономике Казахстана. Есть много вредных производственных факторов, которые влияют на здоровье людей на этих заводах. Вот почему необходимы всесторонние и комплексное исследования для улучшения здоровья работников. Создание эффективных и качественных рекомендаций, направленных на улучшение здоровья и благополучия работников на основе установленных законов, еще не устраняло его актуальности.

Ключевые слова: профессиональный риск, производственный фактор, гигиена труда

УДК 621.311.212

([1]B. Utegulov, [1]A.Utegulov ,[2]I.Koshkin
([1]Kazakh Agrotechnical University named after Saken Seifullin, [2]A. Baitursynov Kostanay State University, bolatu@mail.ru, elektroenergetika@mail.ru)

NEW TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE CREATION OF A MINI HYDROPOWER STATION IN THE TOBOL RIVER IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. The aim of the research is to justify the installation of mini HPP and a working body of the system, on the Tobol River in the city of Kostanay, to supply electricity to a low-power consumer. The paper analyzed the potential of the hydropower resources of the Tobol River near the site of the installation of mini hydro power plants. The results of optimization of the parameters of hydroturbine blades to obtain the greatest efficiency are also presented, and the correction of the parameters of the blade twist angle along its length confirmed by this method confirmed that the most effective is a 3-blade hydraulic turbine with a correction angle a = 5 ° at a water flow rate of 1.0; 1.5 and 2 m / s.

Key words: River, mini hydro power plant, speed, flow, power, rotor.

([1]Б.Б. Утегулов, [1]А.Б. Утегулов, [2]И.В. Кошкин,
([1]Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина,
[2]Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова,
bolatu@mail.ru, elektroenergetika@mail.ru)

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МИНИГЭС В РЕКЕ ТОБОЛ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация. Целью работы является обоснование установки миниГЭС и рабочего органа системы, на реке Тобол в городе Костанай, для подачи электроэнергии к потребителю малой мощности. В работе проанализирован потенциал гидроэнергетических ресурсов реки Тобол вблизи места установки миниГЭС. Также приведены результаты по оптимизации параметров лопаток гидротурбин для получения наибольшей эффективности, и выполненная по этой методике коррекция параметров угла крутки лопатки по её длине подтвердили, что наиболее эффективной является 3-х лопаточная гидротурбина с углом коррекции а = 5º при скорости водотока 1,0; 1.5 и 2 м/с.

Ключевые слова: Река, мини гидроэлектростанция, скорость, поток, мощность, ротор.

1. Введение

Перспективным направлением внедрения новых альтернативных источников энергии является гидроэнергетика, где в Казахстане потенциал малой гидроэнергетики достаточно велик. Самыми перспективными регионами для развития малых ГЭС является северные, центральные и южные области Республики [1 ,2].

Несмотря на высокий потенциал развития крупных ГЭС, Казахстан может успешно перенять исторически первый опыт внедрения миниГЭС, частично апробированный еще в советский период. Потенциал малых ГЭС с экономической точки зрения на всей территории РК, по некоторым оценкам, достигает около 6,5 млрд кВт/ч в год. [2].

Большой вклад для оптимизации конструктивных характеристик миниГЭС внесли такие выдающиеся ученые как: Н.И. Ленёв, В.С. Квятковский, Б.Б. Кажинский, Ю.С. Козловский, М.П. Федоров и другие. Данной проблеме посвящены также работы многих зарубежных ученых, среди них Yildiz V, Ana B. Berrocal-Menárguez, Jui, Fahmida Sharmin и др.[3-10].

Первые разработки миниГЭС внедрявшиеся в том числе и на территории Казахстана, были разработаны Б.Б. Кажинским. Они представляли собой полустационарные свободнопоточные миниГЭС с горизонтально расположенными двумя соосными роторами Савониуса, развёрнутыми относительно друг друга на угол 90° с для облегчения самозапуска. Так же, другие оригинальные конструкции минигидроэлектростанций предлагались известными учеными - изобретателями, одним из них был Ленёв Н.И., предложивший бесплотинную минигидроэлектростанцию нового поколения [5].

Последние разработки казахстанских ученых были представлены на международной выставке технологических достижений ЭКСПО-2017. Среди новейших научных разработок в сфере малой гидроэнергетики, была представлена бироторная минигидроэлектростанция. Разработали установку миниГЭС ученые из Алматы, Ажумакан Жамалов и Мурат Кунелбаев [15]. Другой современной разработкой представленной на ЭКСПО-2017, была миниГЭС распечатанная на 3D-принтере с объёмно-шнековой турбиной из композиционного материала. Все эти исследования предполагают актуальность выбранной тематики нашей научной работы [1,10,15].

По результатам исследований гидроклиматических условий региона был сделан вывод, что река Тобол имеет все благоприятные условия для строительства на ней миниГЭС для освещения проезжей части моста, а так же это дает толчок развитию возобновляемой энергетики Костанайской области, соответствует концепции перехода Казахстана к «зеленой» энергетики и внедрению инновационных технологий [1,2].

Целью исследования является разработка и исследование автономного миниГЭС на примере равнинной реки Тобол Костанайской области Казахстана.

2. Материалы и методы исследования

Объектами исследования является гидроустановка как рабочий элемент МиниГЭС. Методика выполнения работы базировалась на применении математического и физического моделирования. В теоретических исследованиях применялись аналитические метод расчета.

Расчет потенциала мощности воды текущей в потоке определяется скоростью течения и величиной расхода водного ресурса.[15] Мощность водного потока можно вычислить, используя следующие формулы [12,15]:

$$P = 9{,}81 \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta H \qquad (1)$$

где

ρ −плотность воды, кг/м^3

Q − расход воды,м^3/с

H − динамический напор, м

Расход воды через площадь проекции рабочего агрегата [12,15]:

$$Q = S \cdot \vartheta \qquad (2)$$

Скоростной или динамический напор [12,15]:

$$\Delta H = \frac{\vartheta^2}{2 \cdot g} \qquad (3)$$

Мощность гидроустановки, которая вырабатывается от силы течения реки:

$$P(Q) = 9{,}81 \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta H \cdot \eta \quad (4)$$

где η −коэффициент полезного действия гидроустановки.

В ходе анализа оптимальной конструкции МиниГЭС для установки ее на реке Тобол, исходили из того, что площади проекции лопастей ротора будут охватывать примерно равную площадь водного потока.

Для обоснования использования МиниГЭС произведен выбор основного рабочего органа по двум вариантам: пропеллерного и роторного типов.

При проектировании установки мини гидроэлектростанции пропеллерного типа получили, что динамического напор равен 0,23 м. (3), расход воды через площадь проекции рабочего агрегата формула (2) составил 3,69 $м^3/с$. Площади проекции лопастей ротора пропеллерного типа составили 1,76 $м^2$. Мощность гидроустановки, которая вырабатывается от данной площади водного потока в единицу времени, составила P_1 = 5 кВт ∗ ч. Расчет быстроходности турбины z для однолопастного пропеллера составил 5, а частота вращения турбины оказалась равной 134 об/мин

При проектировании установки мини гидроэлектростанции типа ротора Савониуса получили площади проекции лопастей ротора равны 2 $м^2$, расход воды через площадь проекции рабочего агрегата составил 4,2 $м^3/с$, а скоростной напор оказался равен также 0,23 м. Мощность гидроустановки, которая вырабатывается от данной площади водного потока [15] в единицу времени оказалась равной P_2 = 4,73 кВт*ч, и расчётная частота вращения турбины равная 80 об/мин

Итоги проектирования сравниваемых гидроустановок в зависимости от сезонного изменения скоростей водотока представлены на рисунке 1.

Из графика на рисунке видно, что:

1)Скорость течения реки нормальная для большей части года, будет сильно повышаться во время паводков и половодий.

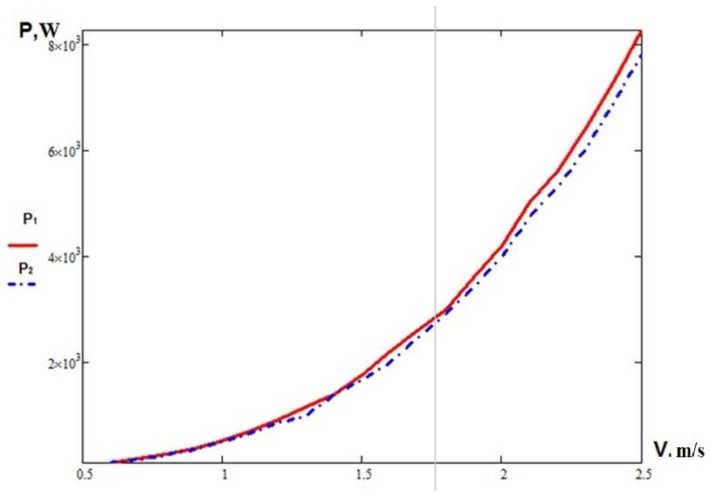


Рис. 1. График зависимости расчётной мощности от скорости водотока для двух вариантов

2)Вместе с увеличением скорости течения реки резко возрастает и мощность гидроагрегата. Если скорость течения возрастает в 2 раза, то мощность гидроагрегата возрастает в 8 раз.

Руководствуясь вышеприведёнными расчетами, был сделан вывод, что применительно к проектированию миниГЭС на реке Тобол более выгодным вариантом является установка пропеллерного типа. Выбор в пользу данного типа установки сделан исходя из качественных характеристик, таких как: КПД который гораздо выше, чем у установки типа Савониуса, ввиду большей мощности, вырабатываемой с набегающего потока воды, большего количества оборотов на выходе из ротора гидротурбины. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований, представленных в выше, получены промежуточные результаты, способствовавшие решению ряда вопросов по проектированию миниГЭС, но так же необходимо учитывать дальнейшие совершенствование данной конструкции.

Главным выводом упомянутых исследований является тот факт, что перенесение роторного ветродвигателя из воздушной среды в водяную среду выявило преимущества для него гидравлической среды перед воздушной. Это является следствием того, что плотность воды ($\rho_1 = 102$ кг · сек^2/м^4) в 846 раз больше плотности воздуха ($\rho_2 = 0{,}121$ кг · сек^2/м^4), во столько же раз, площадь вертикальной проекции водяного ротора может быть меньше, чем та же площадь равновеликого по мощности воздушного ротора при одной и той же скорости водяного и воздушного потоков. Для миниГЭС небольшой мощности, каковыми являются свободнопоточными, это факт имеет очень большое значение [2,8,10].

3. Результаты и обсуждения

3.1 Разработка устройства, усиливающего водяной поток

Это устройство, предназначенное для усиления водного потока с большей площади поперечного сечения, усиливающего устройства и направляющего его через меньшее сечение усиливающего устройства. Эта система похожа на поток воды по трубам разного сечения, соединенных последовательно. По этим трубам объем воды, проходящей в единицу времени, будет одинаковый, а скорость потока в трубе меньшего сечения будет больше, чем в трубе большего сечения. Отношение скоростей потока воды в трубах будет обратно пропорциональным сечению труб исходя из закона Бернулли.

Из закона сохранения энергии следует, что скорость водяного потока за вращающимися лопастями гидроротора всегда будет меньше, чем перед ним. Таким образом, водяной поток, движущийся на гидроротор со скоростью υ_1, должен превратиться в такой же поток, но движущийся с меньшей скоростью υ_2. Эта закономерность изменения скоростей заложена в основу разработки конструкции устройства, усиливающего водяной поток. Объем потока воды пропорционален скорости и площади поперечного сечения, через которую он проходит. Это иллюстрируется формулами 5 и 6.[12,15]

$$\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{S_2}{S_1} \tag{5}$$

$$\upsilon_2 = \frac{S_1.\upsilon_1}{S_2} \tag{6}$$

Предположив, что $\upsilon_1 = 2$ м/с, $S_1 = 4$ м^2, $S_2 = 2$ м^2, то на выходе искусственным усилением, возможно достичь скорости водного потока теоретически усиленного в 2 раза (рисунок 2):

$$arct\ \frac{\text{в}}{\text{а}} = \text{ф}^0 \tag{7}$$

где ф^0- угол наклона усиливающего устройства

Как результаты расчета $\upsilon_2 = \frac{2\cdot 4}{2} = 4$ м/с и $\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{4\ \text{м/с}}{2\ \text{м/с}} = 2.$ раза

Скорость водяного потока теоретически увеличивается в 2 раза, но с учетом потерь на трение о стенки усилителя водяного потока фактическое увеличение υ_2 будет меньше. Из-за потерь скорости воды на трение фактическое усиление будет достигать 1,2 раза.

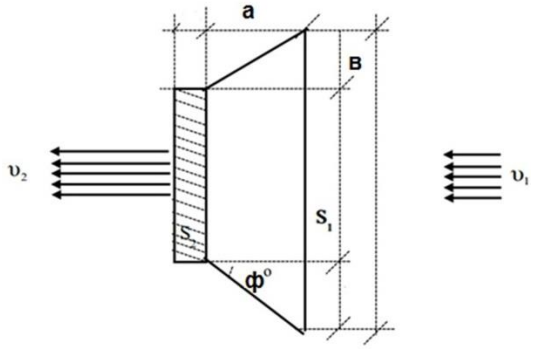


Рис. 2. Схема устройства, усиливающего водной поток

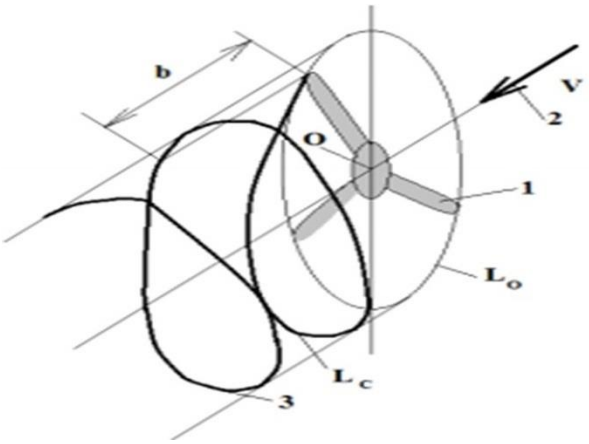
3.2 Оптимизация параметров ротора гидротурбины

Основной задачей, необходимой для повышения энергетических показателей гидротурбины, является ориентирование поперечной линии лопатки ротора пропеллерного типа, по отношению угла

крутки лопатки в сечении расположенном на её радиусе или к плоскости вращения ротора. Водяной поток поступает на лопатки ротора в осевом направлении. Лопатки ротора изготавливаются из композиционного материала гидродинамического профиля.

Самым распространенным профилем лопатки ГТ, для водной среды является профиль, схожий с судовым гребным винтом или винтом летательного аппарата. [10].

Главным параметром, влияющим на эффективность ротора при данной методике, становится единый шаг вращения лопатки на всем радиусе. Вследствие этого, траектория движения концов лопаток ротора в водной среде будет представлять собой равномерную винтовую спираль, изображённую на рисунке 3, с шагом b и диаметром равным диаметру гидротурбины. [1,2,8,12]



1 – ротор; 2 – направление течения; 3 – траектория движения; O – ось вращения ротора; b – шаг вращения лопаток; L0 – окружность описываемая концом лопатки в плоскости; LC – виртуальный след конца лопатки в водном потоке, описанный за один оборот.

Рис. 3. Распределение водного потока от лопаток ротора гидромотора

Гидроротор в водной среде не может использовать всю энергию потока ($\xi \neq 1$). Ввиду этого, вводится идеальный коэффициент использования энергии потока равный $\xi = 0{,}35$. Коэффициент ξ_1 - эффективность ротора, составляет:

$$\xi_1 = 0{,}35 \cdot 100\% = 35\%$$

Эффективность лопатки ротора без крутки составляет ~ 55% от максимально возможного значения. Отсюда ξ_1 ротора составляет:

$$\xi_1 = 0{,}35 \cdot 0{,}55 = 0{,}193$$

Эффективность лопатки ГТ с равномерной круткой 7^0 составляет ~72% от максимально возможного значения. Отсюда ξ_2 ГТ составляет:

$$\xi_2 = 0{,}35 \cdot 0{,}72 = 0{,}252$$

Эпюра эффективности крутки лопаток, определяет у какого участка лопатки необходимо изменить угол крутки, для достижения максимальной эффективности работы лопаток ротора в водном потоке.

Для получения максимальной эффективности работы гидроагрегата, необходимо корректировать угол крутки лопаток ротора миниГЭС по ее длине. Для этого было проанализировано три варианта исходных данных по гидро-климатическим условиям реки Тобол.

1 вариант расчетов производился при скорости водотока $\vartheta = 2$ *м/с* = 120 *м/мин*, диаметре гидротурбины *D = 1.5 м* угле коррекции 5^0и частоте вращения гидротурбины *n* = 134 *об/мин*;

2 вариант расчетов производился при скорости водотока $\vartheta = 1.5$ м/с = 90 м/мин и частоте вращения гидротурбины n = 134 об/мин.

2 вариант: расчетов производился при скорости водотока ϑ= 1 м/с = 60 м/мин и частоте вращения гидротурбины n = 134 об/мин.

Алгоритм расчета предлагается следующий.

Шаг вращения ротора миниГЭС рассчитывается по формуле, метров [15]:

$$b = \frac{\vartheta}{\mathrm{n}} \tag{8}$$

Тангенс угла лопатки находится по формуле [15]:

$$tg\beta = \frac{b}{L_0 \cdot \xi} \tag{9}$$

где ξ – коэффициент использования энергии водного потока.

$$L_0 = 2 \cdot \pi \cdot R \tag{10}$$

Исходные данные для третьего варианта:

Итоги аналитических выводов по вариантам представлены на рисунке 4.

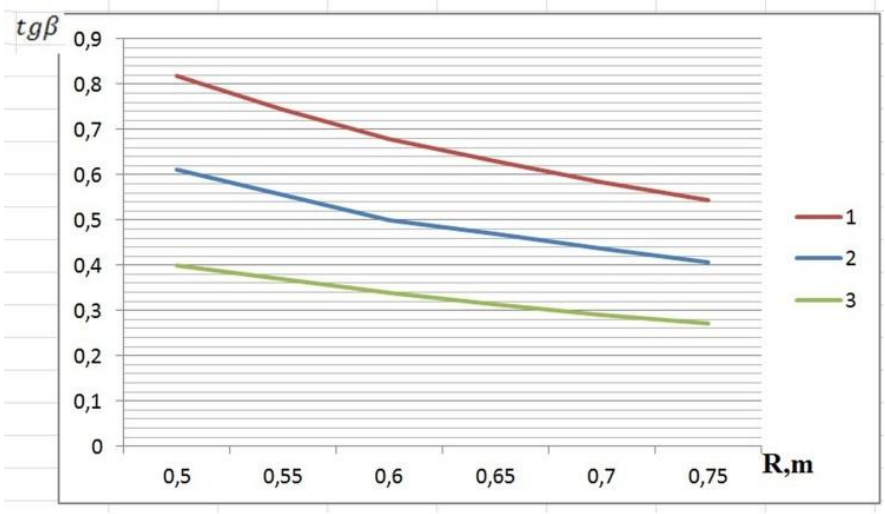
Из приведенных выше расчетов приходим к выводу, что при данных скоростных напорах с учетом углов крутки лопатки по её длине при определенном шаге вращения ротора гидротурбины оптимальным является вариант профиля гидрормотора пропаренного типа с тремя лопатками.

3.3 Расчет параметров лопаток ротора свободнопоточной миниГЭС

Для получения максимальной эффективности, необходимо корректировать угол крутки лопаток ротора миниГЭС по ее длине.

Исходные данные:

- расчётная скорость водотока ϑ= 2 м/с = 120 м/мин;
- диаметр гидротурбины D = 1.5 м;
- угол коррекции 5°;
- частота вращения гидротурбины n = 134 об/мин;



1- Варианта 1 - углы крутки лопатки по её длине при шаге вращения 0,9 м;
2- с углом коррекции в 5° и скоростью водотока 2 м/с.
3- Варианта 2 - углы крутки лопатки по её длине при шаге вращения 0,672 м,
4- с углом коррекции 5° и скоростью водотока 1,5 м/с.
5- Вариант 3 - углы крутки лопатки по её длине при шаге вращения 0,271 м,
6- с углом коррекции в 5° и скоростью водотока 1,0 м/с.

Рис. 4. График изменения тангенса угла от радиуса сечения лопатки по вариантам

Шаг вращения ротора миниГЭС рассчитывается по формуле (10):

$$b = \frac{\vartheta}{n} = \frac{120}{134} = 0{,}9\text{м} \quad (10)$$

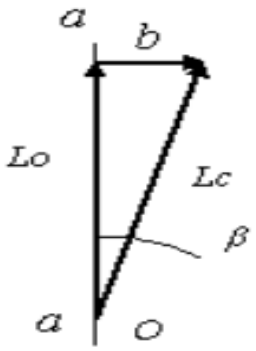


Рис. 5. Схематическое изображение крутки лопатки

Тангенс угла лопатки находится по формуле (11):

$$tg\beta = \frac{b}{L_0 \cdot \xi} \quad (11)$$

где ξ – коэффициент использования энергии водного потока.

$$L_0 = 2\pi R \quad (12)$$

$$L_0 = 2 \cdot 3.14 \cdot 0.75 = 4.71$$

Учитывая потери, угол между направлением относительного водотока и плоскостью вращения ротора на конце лопатки станет равным:

$$tg\beta = \frac{0{,}9}{4{,}71 \cdot 0{,}35} = 0{,}545$$

что соответствует:

$$\beta = 28^0 36^1$$

В таблице 1 представлены расчёты углов крутки для различных радиусов сечений лопатки при угле коррекции 5^0 и скоростях водотока 1 м/с, 1,5м/с, 2 м/с.

Таблица 1. **Определение углов крутки лопатки по её длине по вариантам**

Радиус сечения	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75
Вариант определения углов крутки лопатки по её длине при шаге вращения 0,9 м; с углом коррекции в 5° и скоростью водотока 2 м/с.						
$L_{окр}$	3,14	3,454	3,768	4,082	4,396	4,71
tgβ	0,819	0,744	0,679	0,630	0,584	0,545
Угол β	$39^0 24^1$	$36^0 35^1$	$34^0 11^1$	$32^0 5^1$	$30^0 12^1$	$28^0 36^1$
Угол коррекции в 5^0	$34^0 24^1$	$31^0 35^1$	$29^0 11^1$	$27^0 5^1$	$25^0 12^1$	$23^0 36^1$
Вариант определения углов крутки лопатки по её длине при шаге вращения 0,672 м, с углом коррекции 5° и скоростью водотока 1,5 м/с.						
$L_{окр}$	3,14	3,454	3,768	4,082	4,396	4,71
tgβ	0,611	0,556	0,500	0,470	0,436	0,407

Угол β	$31^0 26^1$	$29^0 2^1$	$27^0 1^1$	$25^0 15^1$	$23^0 34^1$	$22^0 10^1$
Угол коррекции в 5^0	$26^0 26^1$	$24^0 2^1$	$22^0 1^1$	$20^0 15^1$	$18^0 34^1$	$17^0 10^1$
Вариант определения углов крутки лопатки по её длине при шаге вращения 0,271 м, с углом коррекции в 5° и скоростью водотока 1,0 м/с.						
$L_{окр}$	3,14	3,454	3,768	4,082	4,396	4,71
tgβ	0,4	0,37	0,339	0,313	0,291	0,271
Угол β	$22^0 1^1$	$20^0 31^1$	$18^0 42^1$	$17^0 23^1$	$16^0 15^1$	$15^0 10^1$
Угол коррекции в 5^0	$17^0 1^1$	$15^0 31^1$	$13^0 42^1$	$12^0 23^1$	$11^0 15^1$	$10^0 10^1$

Из приведенных выше расчетов подтверждается, что при данных скоростных напорах в рек Тобол, с учетом углов крутки лопатки по её длине при определенном шаге вращения ротора гидротурбины, оптимальным является вариант трех-лопаточной гидротурбины с углом коррекции а = 5º при скорости водотока около 1, 1.5, 2 м/с.

4. Заключение

В статье проанализирован потенциал гидроэнергетических ресурсов реки Тобол вблизи места установки миниГЭС. Разработана методика по оптимизации параметров лопаток гидротурбин для получения наибольшей эффективности, а выполненная по этой методике коррекция параметров угла крутки лопатки по её длине и экспериментальные данные подтвердили, что наиболее эффективной является 3-х лопаточная гидротурбина с углом коррекции а = 5º при скорости водотока около 1, 1.5, 2 м/с. По итогам исследований были сделан выводы, что установки миниГЭС можно монтировать в любой поток воды (река, канал, ручей, морские и океанские поверхностные течения и т.п.) со скоростью течения от 0.8 м/с м при этом отсутствует необходимость строительства дамб и других гидротехнических сооружений. При отсутствии плотины динамический напор является основным параметром, характеризующим водоток по мощности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гидроэнергетика в Казахстане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gbpp.org/ru/gidroenergetika. – (Дата обращения: 18.05.2018).

[2] Утегулов, Б.Б., Кошкин, И.В. Анализ локальных климатических условий для целесообразности создания миниГЭС на реке Тобол в республике Казахстан / Б.Б.Утегулов, И.В,Кошкин// Вестник КазНИТУ. – 2019.- №1(131). – С. 222-228.

[3] Helseth, Arild; Fodstad, Marte; Askeland, Magnus Assessing hydropower operational profitability considering energy and reserve markets / Arild Helseth; Marte Fodstad ; Magnus Askeland // IET RENEWABLE POWER GENERATION. Volume: 11 Issue: 13, NOV 15 2017, Pages: 1640-1647

[4] Yildiz, Veysel; Vrugt, Jasper A. A toolbox for the optimal design of run-of-river hydropower plants / Veysel Yildiz, Jasper A.Vrugt. // ENVIRONMENTAL MODELLING & SOFTWARE Volume: 111. -2019 Pages: 134-152

[5] Rogozhin, E. A.; Kapustian, N. K.; Antonovskaya, G. N. A New System for Monitoring Hydraulic Engineering Structures / E. A. Rogozhin ; N. K. Kapustian; G. N. Antonovskaya // SEISMIC INSTRUMENTS Volume: 54 Issue: - 2018. Pages: 531-535

[6] Berrocal Menarguez, A. B.; Molina Holgado, P.; del Cuvillo Martinez-Ridruejo, R. Innovation in hydroelectric power plant design in early twentieth century. Casto Fernandez-Shaw's Engineering Architecture in La Jandula dam / A. B. Berrocal Menarguez ; Holgado, P. Molina ; del Cuvillo Martinez-Ridruejo, R. // INFORMES DE LA CONSTRUCCION Vol: 69 Issue: 547 Article number: e206 Published: JUL-SEP 2017

[7] Jui, Fahmida Sharmin;; Alam, Md. Didarul. A Feasibility Study of Mini Hydroelectric Power Plant at Sahasradhara Waterfall / Fahmida Sharmin Jui, Sabrina Alam // 3rd International Conference on Advances in Electrical Engineering . – Dhaka, Bangladesh, 2015 – page 80-83.

[8] Sidek, L. M.; Zaki, A. Z. A.; Mustaffa, Z. Hydrological assessment for mini hydropower potential at Sungai Pahang @ Temerloh / L. M. Sidek ; A. Z. A. Zaki ; Z. Mustaffa. // 4th International Conference on Energy and Environment (ICEE). - Putrajaya, Malaysia. Volume: 16 Article number: 012046 Published: 2013.

[9] Payo, I; Del Castillo, F.; Jerez, J. Design of a laboratory mini hydroelectric plant for educational purposes / I Payo; Castillo, F Del; J Jerez. // 4th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN). - Barcelona, SPAIN. Book series: EDULEARN Proceedings . 2012.- Pages: 7051-7058

[10] Kasymbekov, Zh K.; Atamanova, O., V; Kasymbekov, G. Zh Hydro-electrostation of hydrocyclone type of small power for local energy supply / Zh. K. Kasymbekov ; O., V. Atamanova; G. Zh. Kasymbekov // Bulletin of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan Выпуск: 5: - 2018.- стр.: 48-54

[11] Mini hydro supplies large hydro site//Int. J. Hydropower and Dams.-1997.-4, №4.-P.96.

[12] Need seen for low-head propeller turbine//HRW: Hydro Rew. Worldwide.- 1997.-5, №2.-P.53.159

[13] Малые ГЭС Казахстана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// https://ru.wikipedia.org/wiki/ Малые_ГЭС_Казахстана. – (Дата обращения: 18.04.2018).

[14] Yao, Fulai; Gao, Qingbin. Optimal Control and Switch in a Hydraulic Power Station / Fulai Yao ; Qingbin Gao // IEEE 2nd advanced information technology, electronic and automation control conference (iaeac). – 2017, Pages: 2429-2433

[15] Фортов, В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире [Текст] / В. Е. Фортов, О. С. Попель // Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - С. 79-85..

Утегулов Б.Б., Утегулов А.Б., Кошкин И.В.

Қазақстан республикасының аумағындағы тобол өзені бойында шағын гэс жасауға арналған жаңа техникалық шешімдер

Түйіндеме. Жұмыстың мақсаты Қостанай қаласындағы Тобол өзенінде шағын қуат тұтынушылар үшін шағын ГЭС және оның жұмыс істеу жүйесін орнату. Жұмыс барысында шағын ГЭС орны маңында Тобол өзенінің ГЭС ресурстар мөлшері анықталды. Сонымен қатар жоғары нәтижеге қол жеткізу үшін гидротурбинаның қалақтарының тиімді орналастыру көрсеткіштері көрсетілген. Осы жасалған әдіс арқылы қалақтардың ұзындығы бойынша айналу бұрышының көрсеткіштерін түзету нәтижесінде ағын жылдамдығы 1.0; 1.5 және 2 м/с кезіндегі ең тиімді бұрылу бұрышы $a = 5°$ үш қалақты гидротурбина орнату тиімді болатынына көз жеткізілді.

Түйінді сөздер: Өзен, шағын гидроэлектр станция, жылдамдық, ағын, қуат, ротор.

УДК 621.391.62

A.D. Mukhamejanova, K.Kh. Tumanbayeva

(Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, the Republic of Kazakhstan
E-mail:almira_md@mail.ru)

TRAFFIC ANALYSIS FOR DIFFERENT M2M BUSINESS MODELS

Absract. The paper presents a comparative analysis of traffic business models M2M network. The task of analyzing such models is the need to consider emerging problems in the M2M market, new traffic models and scenarios for its modeling. The main features of M2M network models, which should be taken into account in its evaluation, are given.

Key words:machine-to-machine connection (M2M), business model, traffic, Internet of things, mobile communication.

А.Д.Мухамеджанова, К.Х.Туманбаева

(Алматы энергетика және байланысуниверситеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы
E-mail: almira_md@mail.ru)

ӘРТҮРЛІ M2M БИЗНЕС-ҮЛГІЛЕРІ ҮШІН ТРАФИКТІ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада M2M желісінің бизнес-үлгілерінің трафигін салыстырмалы талдау ұсынылған. Мұндай үлгілерді талдау міндеті M2M қызметтері нарығында туындайтын проблемаларды, трафиктің жаңа үлгілерін және оны үлгілеу сценарийлерін қарастыру қажеттілігінен тұрады. Оны бағалау кезінде ескерілуі қажет желі M2M үлгілерінің негізгі ерекшеліктері келтірілген.

Түйін сөздер:машинааралық қосылыс (M2M), бизнес-үлгі, трафик, заттар-интернеті, мобильді байланыс.

Қазақстанда, бүкіл әлем сияқты, M2M-қосылыстарды қолдану аясы кеңейіп келеді, бұл құрылғылар адамның қатысуынсыз ақпарат алмасуға мүмкіндік береді. Бұл технологиялар су, газ және электр есептегіштердің көрсеткіштерін қашықтықтан жазуға мүмкіндік береді. Автоматтандырылған басқару және есепке алу жүйелері көлікте, тау-кен өндірісінде және телемедицинада енгізілуде.

Қазақстан Үкіметінің қаулысымен 2017 жылы "Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасы бекітілді [1], оның мақсаты тұрғындардың өмір сүру сапасын және еліміздің экономикасының бәсекеге қабілеттілігін арттыру болып табылады.

Орта мерзімді болашақта "Қолданыстағы экономиканы цифрландыру" бағдарламасын іске асыру жоспарланған, бұл басқарылатын техникалық құралдармен оңтайлы басқару алгоритмдері негізінде өндірістік процестерді автоматтандыруды көздейді.

Қазақстанда M2M/IoT желілерін ұлттық оператор мәртебесіне ие ірі "Қазақтелеком" телекоммуникациялық компаниясы құрады. Қазіргі уақытта ұялы байланыс желісіне қосылған құрылғылар санынан 1,5 есе артық болатын ұялы байланыс желісіне 100 млн.жуық құрылғы қосылуы мүмкін[2].

M2M қызмет көрсету нарығы M2M желісінде генерацияланатын және берілетін трафикке байланысты қазіргі уақытта үш бағытта сегменттеледі – M2M құрылғыларын жаппай қолдану, M2M құрылғыларын жоғары сенімділікпен қолдану және M2M жоғары жылдамдықты бейнесервистері.

Бұл жұмыстың мақсаты M2M түрлі бизнес - үлгілерінің трафигін талдау болып табылады.

M2M желілеріндегі деректерді беру трафигі қолданылатын қосымшаға байланысты M2M желісінің әртүрлі домендерінде генерацияланады.

M2M желілерінің негізгі элементтері үш доменге бөлінген: M2M құрылғыларының домендері (жергілікті желі домендері); желілік домендер (M2M базалық желісі) және қосымшалардың домендері [3,4]. Көрсетілген домендерден басқа M2M желісіне: қатынау желісі (сымды немесе сымсыз)мен көліктік желісі кіреді, олар 3GPP сымсыз қатынау желілері немесе NGN сымды қатынау желілері негізінде құрылады.

M2M қызметінің бизнес-үлгілерін талдау мобилділік сипаттамасы бойынша M2M құрылғыларының 90% стационарлық болып табылатынын көрсетеді. M2M құрылғыларына тән екінші ерекшелігі-олар мультимедиялық қызметтердің трафигімен салыстырғанда өте аз трафик көлемін генерациялайды. Сонымен, энергетикалық және коммуналдық ресурстарды (жылу, жарық, су) өлшейтін типтік датчиктер сағатына 200-500 байт - тен [5] минутына 6 килобайт-қа [6] дейін генерациялайды, сондықтан M2M бір жиынтық құрылғысы орташа есеппен айына 266 МБ трафик генерациялайды.

M2M қосымшаларымен қалыптастырылатын трафик үлгілерінің әртүрлі түрлері 1-кестеде көрсетілген. Кестеден көрініп тұрғандай, M2M қосымшаларының әртүрлі түрлері "төмен" және "жоғары" арналарда әртүрлі трафик көлемін қалыптастырады, әдетте сөйлеу трафигі 50:50 пропорциясына бөлінеді. Сондықтан, мобильді операторлардың қатынау желісі арқылы берілетін M2M қосымшаларының трафигі қатынау желісінің тура және кері арналарында бөлшектеледі.

"Төмен" арнасы мен "жоғары" арнасы арасындағы M2M трафигі көлемінің орташа арақатынасы сәйкесінше 90% - ға 10% - ды құрайды [7].

M2M қосымшаларымен қалыптастырылатын тікелей және кері арналар арасындағы трафиктің ауытқуын ескере отырып, дуплексті арналарды уақытша бөлу (TDD) технологиясын пайдаланатын ұтқыр желілер дуплексті арналарды жиіліктік бөлу (FDD) технологиясын пайдаланатын LTE желілерімен салыстырғанда артықшылығы болады. TDD желілері жиілік-уақыт ресурсын қайта бөлуге және сәйкесінше тікелей және кері арна арасындағы трафикті бірдің сегізге пропорциясында бөлуге және M2M қызметтерін көрсету үшін жиілік ресурсын оңтайлы пайдалануға мүмкіндік береді, осыған ұқсас жағдайда FDD желісі тиімсіз жұмыс істейтін болады, тікелей арна жүктелмейді, ал кері арна шамадан тыс жүктеледі.

1-кесте. **M2M қосымшаларымен қалыптастырылатын трафик үлгілерінің әртүрлі түрлері**

Деректер трафигінің үлгісі	M2M қосымшаларының мысалдары және "жоғары" және "төмен" арналарындағы трафиктің арақатынасы
"Төмен" арнажәне "жоғары" арнада аз трафик көлемі	Энергия ресурстарының шығынын есепкеалу жүйесі
"Төмен" арнада аз трафик көлеміжәне "жоғары" арнада үлкен трафик көлемі»	Видеобақылау
Төмен" арнада трафиктің үлкен көлемі және "жоғары" арнада трафиктің аз көлемі»	Видеожарнама, навигация
"Төмен" арнада және "жоғары" арнада трафиктің үлкен көлемі»	Дәрігердің қашықтағы бейнеқабылдау

M2M желілеріндегі трафик пакеттер коммутациясы бар желіде деректер ағыны немесе M2M желісінің доменін құру технологиясына және осы желіде пайдаланылатын 3GPP радиоқатынау технологиясына байланысты арналар коммутациясы бар желіде деректер беру сеанстары болып табылады. M2M желілерінде деректерді беру трафигін генерациялайтын дерек көзі автоматты құрылғы - M2M құрылғысы болып табылады, бір мезгілде пайдаланылатын қатынау желісіндегі абоненттік құрылғы болып табылады.

M2M құрылғысынан деректерді беру өзара әрекеттесу хаттамасына байланысты келесі жағдайларда басталады [3,8]:

- M2M желісінде деректерді беруге әкелетін сыртқы факторлардың әсері (M2M құрылғысының датчигі бақылайтын физикалық параметрлердің өзгеруі);

- M2M құрылғысы өзінің жай-күйі туралы M2M қосымшалар серверін хабардар етуге міндетті болатын белгілі бір уақыт аралығының аяқталуы;

- M2M құрылғысына жоғарыда көрсетілген шарттармен байланысы жоқ қызметтік деректерді беру (құрылғыны қосу, қайта қосу және т. б.).

Деректерді беруге әкелетін қаралған шарттарға сәйкес, M2M желісінде шартты түрде үш негізгі трафикті қарастыруға болады.

Бірінші түрі - жанама трафик. Белсенді құрылғыларды пайдалану арқылы автоматты жүйелермен генерацияланады.

Екінші түрі - псевдодетерминирленген трафик. Пассивті датчиктерді қолдану арқылы автоматты жүйелермен генерацияланады.

Үшінші түрі - қызметтік трафик. Белсенді датчиктері бар M2M желілеріне тән. Ол желінің жұмысқа қабілеттілігін қолдау жөніндегі қызметтік операцияларды орындау қажеттілігіне, сондай-ақ M2M құрылғыларының жай-күйін диагностикалауға әкелетін кейбір сыртқы оқиғалар туындаған кезде генерацияланады.

M2M желілері мен қызметтерін қолданудың әртүрлі сценарийлеріне негізделген, M2M тиісті қосымшалар түрінде іске асырылатын трафик үлгілері SmartM2M техникалық комитеті дайындаған ETSI техникалық есептерінде қарастырылған.

Телекоммуникация саласындағы стандарттау жөніндегі бас еуропалық органның – Еуропалық электр байланысын стандарттау институтының (ETSI) құрылымында 2009 жылы ТК M2M техникалық комитеті құрылды, оның жауапкершілік саласына мыналар кіреді:

- M2M технологиялары мен қызметтеріне қойылатын талаптарды жинау және спецификациялау;

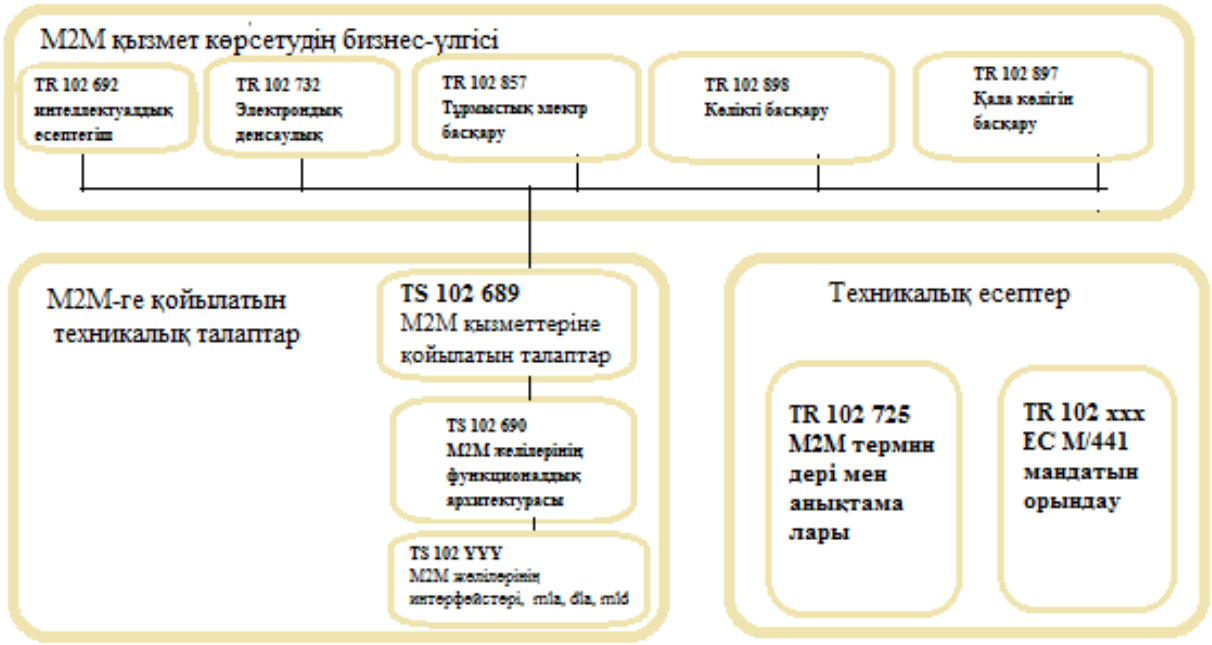
- M2M желілері үшін жоғары деңгейдегі≪end-to-end≫ сәулетті құру және қолдау;

- M2M желілеріне қойылатын талаптарды қамтымайтын қолданыстағы ETSI стандарттарында анықтау және осы толықтыруларды әзірлеу;

- M2M желілері мен қызметтері саласындағы ETSI сараптамасының бас орталығы ретінде ТК M2M рөлін қамтамасыз ету;

- M2M ТК және басқа да ETSI техникалық комитеттерінің қызметін үйлестіру.

M2M/ETSI ТК жұмыс уақытында M2M желілерінің функционалдық архитектурасына, құрылғыларға, интерфейстерге және M2M қызметінің негізгі бизнес-үлгілеріне қойылатын талаптарды анықтаған бірнеше техникалық есептер мен ETSI стандарттарын қамтитын нормативтік-технологиялық база әзірленді (1 сурет) [9].



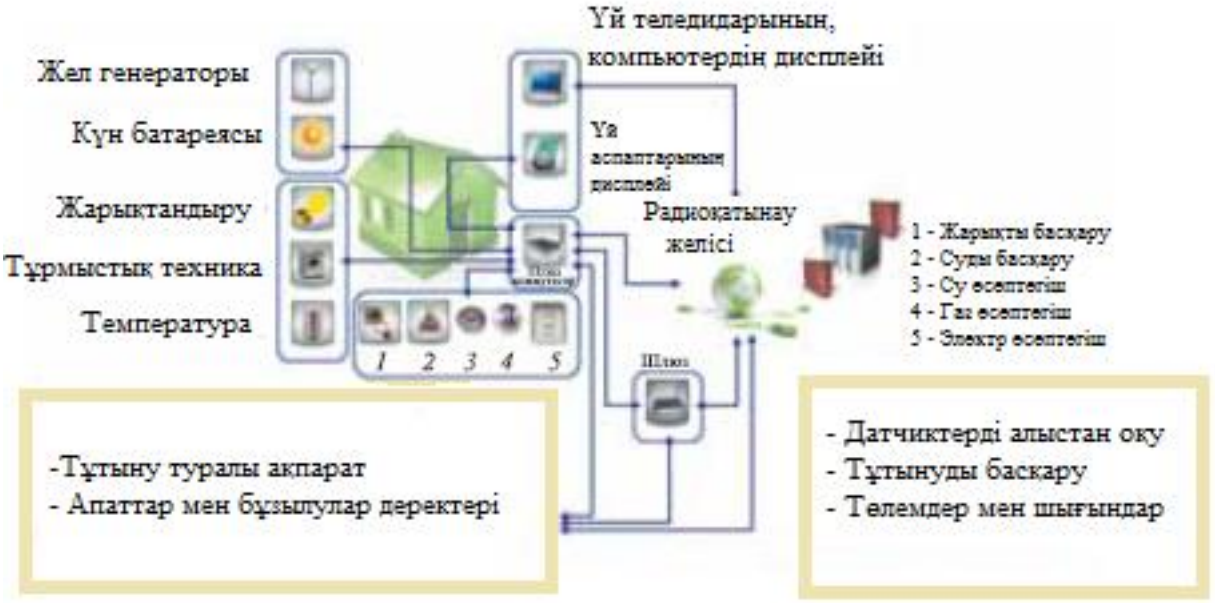
1 сурет. M2M қызмет көрсетудің бизнес-үлгісі

ETSI стандартталған қызметтерді ұсыну үшін M2M қолданудың бес перспективалы бизнес-үлгісін іске асыру жоспарлануда:

- үйлердегі және тұрғын емес үй-жайлардағы зияткерлік өлшеулер (Smart Metering);

- электрондық денсаулық (e Health);
- тұрмыстық электрониканы басқару (Connected Consumer);
- көлікті басқаруды автоматтандыру (Transport Automotive);
- қала көлігін басқаруды автоматтандыру (City Automotive).

"Үйлердегі және тұрғын емес үй-жайлардағы зияткерлік өлшемдер" бизнес-үлгісі (2 сурет), грид-технологиялар және энергия үнемдеу саласындағы соңғы жетістіктерді іске асырады [4].



2 сурет. «Үйлердегі және тұрғын емес үй-жайлардағы зияткерлік өлшемдер»бизнес-үлгісі

Трафиктің негізгі үлгісі - зияткерлік датчиктердің біріктірілген трафигі, M2M құрылғыларында үй шаруашылықтарының немесе тұрғын емес үй-жайлардың радиоқатынау желісін қамту аймағында интеграцияланған.

M2M құрылғысы өлшенген деректер туралы есептерді серверге есеп берудің берілген интервалымен, мысалы, үш сағатта бір рет жіберу үшін конфигурацияланады.

Әдетте бұл деректерді M2M желісінде беру кезінде таңдалған мобильді қатынау технологияларына бейімдейтін екі мүмкін болатын шешім қолданылады:

1. SMS шешімдер - өлшенген деректер мен есептер SMS арқылы беріледі;

2. GPRS шешімдері - бір бағыттағы GPRS (Bearer) арнасы құрылады және одан кейін M2M құрылғысы мен M2M қосымшалар сервері арасында логикалық байланыс ашылады, ол бойынша TCP/IP көлік хаттамасының үстінен өлшенген деректер есебі беріледі; шешім қолданылатын қосымшаға байланысты M2M қызмет провайдерін таңдайды.

"Электрондық денсаулық" бизнес-үлгісі 3 суретте ұсынылған, ең әлеуметтік бағытталған.

Осы сценарийде трафиктің негізгі үлгісі-радиоқатынау желісі ұясын қамту аймағында M2M құрылғыларының біріктірілген трафигі. "Электрондық денсаулық" қосымшаларының M2M қызметтері мобильді және тіркелген байланыстың IP желілері арқылы ұсынылатын басқа қызметтермен салыстырғанда QoS-қа жоғары талаптарды көздейді. Медициналық датчиктерден деректер беру трафигінің кідірісі болмауы және пакеттердің аз жоғалуына жол бермеуі тиіс [4].

Осы медициналық көрсеткіштердің деректер берудің жалпы (агрегацияланған) ағыны әрбір M2M құрылғысынан (медициналық датчиктен) деректерді өңдеу орталығына (M2M қосымшасына) көлемі мобильді бейне ағынына тең, ал кейде мобильді ұялы байланыс абоненттерінің деректер беру трафигінің көп көлеміне тең трафикті қалыптастыруы мүмкін.



3 сурет. "Электрондық денсаулық"бизнес-үлгісі

"Тұрмыстық электрониканы басқару" бизнес-үлгісі тұрмыстық электронды аспаптар мен құрылғылардың ресурстарын басқару және осы аспаптарды топтарға біріктіру мүмкіндіктерін арттыру үшін аса қажет болып отыр[4].

Тұрмыстық электроникада M2M технологиясы үшін инновациялық шешімдерді әзірлеудің арқасында M2M желілерінде тұрмыстық электрониканың соңғы құрылғыларын басқару мен ақпаратпен алмасуды жүзеге асыратын кірістірілген процессорлар мен SIM - карталар пайда болды. Бұл бизнес-үлгі үй ортасындағы барлық объектілерді бақылау міндеттерін шешуге, су қорын бақылауға, тұрмыстық техниканың шығын материалдарын автоматты түрде сұратуға, фото және бейнекамераларды әлеуметтік желілермен байланыстыруға, электронды кітапханаларға автоматты түрде кіруге мүмкіндік береді. Мұндай нарықтың әлеуетті көлемі M2M қызметіне қол қойылған үй шаруашылықтарының санымен және белсенді жұмыс істейтін кәсіпорындардың санымен анықталады.

Трафиктің негізгі үлгісі - M2M құрылғыларының үй шаруашылығынан немесе офистік құрылғыларды тұрмыстық электроника радиоқатынау желісінің ұяларын қамту аймағындабіріктірілген трафик.

"Көлікті басқаруды автоматтандыру" бизнес-үлгісі, M2M желілері негізінде қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету (автомобильдердің соқтығысуы), автомобиль топтарын басқару, қозғалыс маршруттарын басқару, жүк пен көлік ұрлығының алдын алу мүддесінде қозғалысты бақылау құрылғылары мен автомобильді басқару құрылғылары арасындағы ақпараттық алмасуды жүзеге асыруға мүмкіндік береді [4].

Нарықтың көптеген көлемі M2M желілерінде ақпарат алмасу үшін датчиктермен жабдықталған көлік құралдарының санымен айқындалады.

Трафиктің негізгі үлгісі - M2M құрылғыларының біріктірілген трафигі, бұл автокөліктерден радиоқатынау желісінің қамту аймағында бақылауға және басқаруға жататын желілер.

"Қала көлігін басқаруды автоматтандыру"бизнес-үлгісі қалалық көлік ағындарын басқару міндеттерін және бағдаршамдардың жұмысын, қалалық қоғамдық көлік жұмысын мониторинг және басқару міндеттерін шешуге, қалалық магистральдар мен қала көшелерінің жарықтандырылуын басқаруға және басқа да бірқатар міндеттерді шешуге бағытталған [4].

Нарықтың көптеген көлемі қалалық көлік ағындарын және қоғамдық көлікті басқаруды автоматтандырылған қолдауды қажет ететін қалалардың санымен айқындалады.

Қазіргі уақытта, бұл жүйенің негізгі мақсаты - ұялы байланыс желісін қамту аймағында бақылауға және басқаруға жататын қалалық көлік ағындарынан M2M құрылғыларының біріктірілген трафигі.

IoT/M2M құрылғы көзі болып табылатын деректер трафигі және әрбір құрылғы әртүрлі стохастикалық үлгілерде [10] сипатталған дербес деректер көзі болып табылады, әртүрлі стохастикалық үлгілер немесе жаппай қызмет көрсету желілерінің [7] үлгілері сипатталған.

Қорытынды

Мұндай үлгілердің күрделілігі үлгіде ескерілетін M2M құрылғылар санының артуымен өсуде.Трафиктің біріктірілген үлгісі әлдеқайда аз дәлдік, бірақ олардың күрделілігі негізінен M2M құрылғыларының санына байланысты, осы біріктірілген үлгіде ескеріледі.

ӘДЕБИЕТ

[1] «Государственная программа «Информационный Казахстан-2020», проект Указа Президента Республики Казахстан.Интернет ресурс: https://e-history.kz/ru/contents/view/gosudarstvennaya_programma_informatsionnii_kazahstan__2020__6461

[2] Жуманова Б. Интернет вещей в Казахстане – это 100 млн. Устройств, подключенных к сети. Интернет ресурс: https://hipo.kz/post/internet-veshchei-v-kazakhstane-eto-100-mln-ustroistv-podklyuchennykh-k-seti/

[3]Тихвинский В.О., Бочечка Г.С., Минов А.В. Монетизация сетей LTE на основе услуг M2M.//«Электросвязь».-2014. № 6.-с.12-17.

[4]Тихвинский В.О., Коваль В.А., Бочечка Г.С., Бабин А.И. Сети IoT/M2M: технологии, архитектура и приложения. –М.: «MediaPublisher», 2017. - 319 с.

[5] ETSI TR 102 897 Machine to machine communications (M2M); Use Cases of M2M applications for City Automation. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/102689/02.01.01_60/ts_102689v020101p.pdf

[6] Ericson Mobility Report. June 2014. https://www.ericsson.com/en/news/2014/6/ericsson-mobility-report-june-2014

[7]http:/www.strategyanalytics.com/ «Operator Messaging Revenue to Decline 20 percent by 2017», https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/news/strategy-analytics-press-releases

[8] M2M communications: a systems approach/ edited by David Boswarthick, Omar Elloumi, Oliver Hersent / John Wiley & Sons Ltd.-2012, pp.308. https://www.wiley.com/en-us/M2M+Communications

[9]Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Высочин В.П.Использование IMS-платформы для управления услугами в сетях M2M. // «Электросвязь», -2011. № 4.-с. 41-46.

[10] Тихвинский В.О., Коваль В.А., Бочечка Г.С.Перспективы стандартизации интернета вещей в международных организациях связи.//«Первая миля». -2017. №1, -с.50-55.

Мухамеджанова А.Д., Туманбаева К.Х.

Анализ трафика для различных бизнес-моделей M2M

Резюме. В статье представлен сравнительный анализ трафика бизнес-моделейM2M сети. Задача анализа таких моделей состоит в необходимости рассматривать возникающие проблемы на рынке услуг M2M, новые модели трафика и сценарии его моделирования. Приведены основные особенности моделей M2M сети, которые необходимо учитывать при его оценке.

Ключевые слова: межмашинное соединение (M2M), бизнес-модель, трафик, Интернет-вещей, мобильная связь.

УДК 331, 4:334.716.3(547)

A. Kantarbaeva S. Bekeyeva, Y. Knyazov

WORKING CONDITIONS AND FUNCTIONAL STATUS OF WORKERS IN THE MANUFACTURING INDUSTRY

Abstract. The paper presents the results of integrated occupational risk related to the working conditions and functional conditions of the workers in the manufacturing industry. It was found that the working conditions of workers of the asphalt plant correspond to the average risk degree. Depending on the severity and intensity of the work, drivers with over 55 years of experience and over 7 years of experience have found that adaptability is unsatisfactory and can lead to adaptation disorders and productivity loss.

Key words: adaptation, functional state of workers, harmful factors, working conditions, injury risk, health of workers.

А.Д. Кантарбаева, С.А. Бекеева, Е.Ж. Князов
(РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Нур-Султан
E-mail: nauka@rniiot.kz)

УСЛОВИЯ ТРУДА И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ РАБОТНИКОВ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. В работе представлены результаты индивидуального профессионального риска, которые были оценены в зависимости от условий труда и функционального состояния работников обрабатывающей промышленности. Выявлено, что условия труда работников асфальта-бетонного завода соответствуют средней

степени риска. Адаптационный потенциал обследованных работников 23-х различных профессии показал неудовлетворительную адаптацию и срыв механизмов адаптации, которые были выявлены только у водителей и машинистов 3 и 4 – возрастных групп (старше 55 лет). Представленные результаты оценки профессионального риска и функционального состояния работников обрабатывающей промышленности свидетельствует о необходимости разработки комплекса профилактических мер, направленных на восстановление и повышение резервов организма работников для усиления компенсаторных возможностей.

Ключевые слова: адаптация, функциональное состояние, вредные факторы условий труда, травмоопасность, здоровье, оценка профессиональных рисков.

Оценка адаптационных возможностей организма все в большей мере рассматривается как один из важных критериев оценки здоровья работников предприятия. Исследования авторов показывают, что выдвигая новую концепцию здоровья, необходимо учитывать его динамический характер [1-5]. Так, можно констатировать, что адаптация организма осуществляется в зависимости от физических, психических и социальных ресурсов, в частности и от условий труда и чем выше адаптационные возможности организма, тем меньше риск болезни. Следовательно, проведение оценки адаптационных возможностей организма работников предприятий, в зависимости от условий труда, является актуальным.

Исходя из вышеизложенного, целью работы явилось определение зависимости функционального состояния работников обрабатывающей промышленности от условий труда и степени адаптированности к производственным нагрузкам.

Методы исследования.

Для проведения исследования, на основании статьи 181 Кодекса РК от 18.09.2009г. №193-IV «О здоровье народа и системе здравоохранения» [6], с участниками исследований проведена процедура оформления письменного информированного согласия на участие в исследованиях. Были проведены исследования функционального состояния работников обрабатывающей промышленности (завод по выпуску асфальта и холодных смесей для дорожного строительства). В исследовании функционального состояния организма приняли участие 23 работника завода занятые во вредных условиях труда обрабатывающей промышленности. У каждого работника измерялся рост и масса тела, регистрировался возраст, пол. Для определения функционального состояния и физической работоспособности работников проводили измерения систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления по методу Короткова и частоту сердечных сокращений в покое, рассчитывался адаптационный потенциал системы кровообращения по методу Баевского Р.М., в соавт. [7,8]: АП = 0,011× (ЧСС) + 0,014 × (САД) + 0,008 × (ДАД) + 0,014 × (В) + 0,009 × (М) – 0,009 × (Р) – 0,273, где, АП – адаптационный потенциал; ЧСС – чистота сердечных сокращений, уд/мин; В – возраст в годах; САД и ДАД - систолическое и диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.; ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин; М – масса тела, кг; Р – рост испытуемого, см. В – возраст в годах. По значению адаптационного потенциала (АП) определялось функциональное состояние работника по шкале в баллах, где функциональное состояние работника соответствовало: менее 2,60 - удовлетворительная адаптация; 2,60-3,09 - напряжение механизмов адаптации; 3,10-3,60 - неудовлетворительная адаптация; более 3,60 - срыв адаптации. Оценка профессионального риска проведена на основе разработанной Институтом РГКП «РНИИОТ МТСЗН РК» методики расчета индивидуального показателя степени профессионального риска [9,10]. Расчет индивидуального профессионального риска является показателем риска отдельно взятой профессии и производился на основании оценки 5-и показателей: вредных факторов условий труда, травмоопасности трудового процесса, безопасности производственного оборудования, обеспеченности средствами индивидуальной защиты и риска заболеваемости. По результатам оценки определяется степень индивидуального профессионального риска (по профессии) по каждому количественному показателю, позволяющая установить градации профессиональных рисков по 5 степеням: 1 степень - допустимый риск; 2 степень - низкий риск; 3 степень - средний риск; 4 степень - высокий риск; 5 степень - очень высокий риск. Исследование по выявлению профессии наиболее подверженных воздействию вредных производственных факторов проводились по 70 профессиям завода.

Результаты исследования и их обсуждение.

По результатам оценки вредности условий труда асфальто-бетоннного завода, из исследованных 70 профессии 1 степень риска (допустимый) установлен работникам 32 профессии (45,7%), 2 степень риска (низкий) -работникам 9 профессии (12,9%) и 3 степень риска (средний) - работникам 29 профессии (41,4%). Оценка вредности условий труда показала, что основными производственными

факторами, влияющими на состояние здоровья работников, являются тяжесть и напряженность трудового процесса, которые обладают свойствами психофизиологического воздействия на организм человека и обусловлены технологическим циклом работ по выпуску асфальта и холодных смесей.

Оценка риска производственной среды и трудового процесса была проведена для выявления профессиональных групп, наиболее подверженных воздействию вредных производственных факторов с определением их видов и установлением степени их воздействия на организм работника. Опасность травмирования работников оценивалась по следующим показателям: падение работника с высоты; падение работника при передвижении; падение, обрушение, обвал предметов; наезд транспортного средства при передвижении по территории предприятия; воздействие движущихся и вращающихся частей оборудования, механизмов, машин; воздействие элементов конструкции производственного оборудования, воздействие высокой и низкой температуры поверхности оборудования при движении работника; поражение электрическим током; угроза пожара или взрыва, в том числе вызванный электричеством.

По результатам оценки травмоопасности трудового процесса у 20% работников основного производственного персонала установлена 3 степень риска (средняя). 4 степень риска установлена бригадиру бордюрщиков, который получил производственную травму со средней степенью тяжести при выполнении трудовых обязанностей.

Оценка безопасности производственного оборудования была проведена для выявления профессий, наиболее подверженных воздействию травмоопасных производственных факторов с определением их видов и установлением степени их воздействия на организм работника. По результатам оценки безопасности производственного оборудования установлено 2 степень (низкий риск) по всем профессиям завода. Оборудования, применяемые в производственном процессе, обеспечены необходимыми документами, соответствуют нормативным требованиям и при визуальной оценке все требования к конструкциям оборудования и его отдельным частям соответствуют установленным нормам.

Оценка обеспеченности средствами индивидуальной защиты (СИЗ) проведена для выявления профессий, по которым наличие СИЗ не обеспечено в соответствии с установленными требованиями [11]. По результатам оценки обеспеченности СИЗ установлена 2 степень риска по всем профессиям завода, так как применяемые в производственном процессе СИЗ сертифицированы, соответствуют нормативно-техническим требованиям и все работники ими обеспечены.

Оценка риска заболеваемости работников завода планировалось провести для выявления профессий, наиболее подверженных профессиональным заболеваниям. Однако установить степень риска развития профессионально-обусловленных заболеваний работников не удалось, в связи с отсутствием листков временной нетрудоспособности.

С целью выявления зависимости функционального состояния организма от условий труда и степени профессионального риска, была проведена оценка адаптационных возможностей работников. Общая численность участников обследования на предприятии обрабатывающей промышленности составила 23 работника из 16 различных профессий. Все участники были мужского пола в возрасте от 31 до 70 лет.

В таблице 1 представлены результаты оценки функционального состояния организма работников и профессионального риска.

Таблица 1. **Показатели адаптационного потенциала, усредненные по профессиям и результаты оценки профессиональных рисков работников асфальта–бетонного завода**

Наименование профессии	Оценка функционального состояния работников		Индивидуальный профессиональный риск	Оценка профессиональных рисков				
	Баллы	Группы		I*	II	III	IV	V
1 группа (удовлетворительная адаптация)			степени профессионального риска					
Оператор пескомойки	2,37	1	3	3	3	2	2	1
Рабочий	2,49	1	2	2	3	2	2	1
Сварщик	2,58	1	3	3	3	2	2	1

2 группа (напряжение механизмов адаптации)								
Битумовар	2,60	2	3	3	3	2	2	1
Машинист-экскаватора	2,67	2	2	3	2	1	2	1
Помощник оператора ДСУ	2,72	2	3	3	3	2	2	1
Плотник	2,72	2	2	2	2	1	2	1
Начальник производства	2,80	2	1	1	2	1	2	1
Оператор ДСУ	2,99	2	3	3	3	2	2	1
Главный механик	3,01	2	1	1	2	1	2	1
Машинист погрузчика	3,07	2	3	3	3	1	2	1
3 группа (неудовлетворительная адаптации)								
Водитель МАЗ	3,11	3	2	3	2	1	2	1
Водитель автомашины ВАЗ	3,24	3	2	2	2	1	2	1
4 группа (срыв адаптации)								
Машинист крана	3,67	4	3	3	3	1	2	1
Водитель цементовоза	3,72	4	2	3	2	1	2	1
Водитель КамАЗа	3,96	4	3	3	3	1	2	1

*Оценка риска I - вредность условий труда; II – травмоопасность условий труда (опасности производственных факторов); III - безопасность производственного оборудования; IV - обеспеченность СИЗ; V - риск заболеваемости.

Было установлено, что к удовлетворительной адаптации к условиям труда относятся 3 профессии (18,8 % от общего количества профессий). Напряжение механизмов адаптации было установлено у работников 8 профессий (50,0 % от общего количества профессий). Неудовлетворительная адаптация у работников 2 профессий и срыв адаптации у работников 3 профессий, что составило соответственно 12,5 -18,7 % от общего количества профессий.

Все работники предприятия были разделены на 4 возрастных групп (1 группа–30-40 лет; 2 группа – 41-50 лет; 3 группа - 51-60 лет; 4 группа – 61-70 лет).

Сравнительный анализ оценки функционального состояния работников с учетом возраста представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Функциональное состояние работников в зависимости от возрастных групп**

Возрастные группы	Кол-во обследо-ванных	Функциональное состояние*			
		1	2	3	4
1 - 30 - 40 лет	6	-	83,3 %// 5 чел.	16,7%// 1 чел.	-
2 - 41 – 50 лет	5	80,0%// 4чел.	20,0 %// 1чел.	-	-
3 – 51 - 60 лет	9	-	55,6%// 5чел.	33,3%/ 3 чел.	11,1%/ 1чел.
4. 61 – 70 лет	3	33,3 %// 1чел.	-	-	66,7%/ 2чел.

* 1-удовлетворительная адаптация; 2- напряжение механизмов адаптации; 3- неудовлетворительная адаптация; 4- срыв адаптации.

Результатами исследования установлено удовлетворительная адаптация у работников 2 и 4 возрастной группы. У работников 1, 2 и 3 возрастных групп установлено напряжение механизмов адаптации. Неудовлетворительная адаптация выявлено у работников 1 и 3 возрастной группы. Срыв адаптации установлено у работников 3 и 4 возрастной группы.

Анализ зависимости функционального состояния от условий труда показал неудовлетворительную адаптацию у 56 летнего машиниста погрузчика со стажем работы 7 лет, у 58

летнего водителя МАЗ со стажем работы 12 лет, также у 57 летнего водителя, а/м ВАЗ со стажем работы 8 лет. Такая реакция организма работников возможно было связано на повышенную мышечную нагрузку (3.1), травмоопасность производственной среды и трудового процесса, выявленных при проведений оценки профессионального риска. Срыв адаптации функционального состояния установлено у 56 летнего водителя цементовоза со стажем работы 8 лет, у 70 летнего машиниста крана со стажем работы 10 лет, у 62 летнего водителя КамАЗа со стажем работы 3 года на исследуемом заводе.

Следовательно, неудовлетворительная адаптация и срыв механизмов адаптации, установленные у водителей 3 и 4 – возрастных групп связано с нарушением адаптационных механизмов обусловленные психофизиологическими воздействиями, тяжестью и напряженностью трудового процесса [12-14], что также подтверждается результатами оценки вредных факторов условий труда (тяжести трудового процесса - 1 степень вредности (3.1) и напряженности трудового процесса - 2 степень вредности (3.2)).

Выводы:

По результатам оценки индивидуального профессионального риска работников асфальта–бетонного завода установлено: 1 степень риска работникам 31 профессий (44,3%) – допустимый; 2 степень риска - 25 профессий (35,7%) – низкий; 3 степень риска - 14 профессий (20,0%) - средний, 4 (высокий) и 5 (очень высокий) степени риска не выявлено.

По результатам оценки функционального состояния работников, неудовлетворительная адаптация и срыв механизмов адаптации установлен водителям 3 и 4 – возрастных групп (старше 55 лет), связанные с тяжестью и напряженностью трудового процесса (стаж работы более 7 лет).

Представленные результаты свидетельствует о необходимости целенаправленных оздоровительных и профилактических мероприятий по восстановлению и повышению защитных свойств организма, усилению его компенсаторных возможностей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мироновская И. К, Финогенко Е.И. Психологическое здоровье как адаптационный ресурс студентов вуза//Иркутский национальный исследовательский технический университет.- 2016.-.№1. - С.36-41.

[2] Потягайло Е.Г. Оценка эффективности медикаментозной коррекции регуляторно-адаптивных возможностей детского организма при патологии методом сердечно-дыхательного синхронизма// Медицина и здравоохранение. -2016.-Т.XIII.- №3.- С.117.

[3] Гаркави Л.Х. и др. Адаптационные реакции и резистентность организма.- Ростов-на-Дону,1990.

[4] Жданова Л.А., Русова Т.В. //Рос. педиатр.- 1999. -№ 2.- С.52-56.

[5] Казин Э.М. и др. //Физиол. человека. - 1990.- Т.16.- № 3.-С. 94-97.

[6] Кодекс Республики Казахстан от 18 сентября 2009 года № 193-IV «О здоровье народа и системе здравоохранения» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 19.04.2019 г.) Электронный ресурс: https://online.zakon.kz

[7] Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. М.: Медицина, 1997. -265с.

[8] Баевский Р.М., Берсенева А.П., Лучицкая Е.С. и др. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей. М.: Фирма «Слово», 2009. – 100с.

[9] Бисакаев С.Г., Абикенова Ш.К., Есбенбетова Ж.Х. Методические рекомендации по внедрению системы управления профессиональными рисками на предприятии / ISBN 978-601-06-4724-4, - Астана: РГКП «РНИИОТ МТСЗН РК», Астана.: 2017.- 84 с.

[10] Бекеева С.А., Еселханова Г.А. Система управления охраны труда на основе управления профессиональными рисками в Республике Казахстан / Сб.ст. Межд. конф. «Актуальные вопросы медицины труда в Казахстане «Хризотил и Здоровье» (Караганда, 1-2.11.2018 г.). – 2018. – С. 32-33.

[11] Приказ Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 8 декабря 2015 года № 943. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 29 декабря 2015 года № 12627 «Об утверждении норм выдачи специальной одежды и других средств индивидуальной защиты работникам организаций различных видов экономической деятельности» Электронный ресурс: http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012627.

[12] Бекеева С.А., Еспенбетова Ж.Х., Нургазиева А.Е. Адаптационный потенциал водителей большегрузных автосамосвалов горнодобывающей промышленности / Наука и Мир, № 2 (66), 2019, Том 1. Волгоград. – С.37-39.

[13] Бекеева С.А., Есбенбетова Ж.Х. Изучение взаимосвязи функционального состояния организма работников машиностроительной отрасли с условиями труда / Сб.ст. Межд. конф. «Актуальные вопросы медицины труда в Казахстане «Хризотил и Здоровье» (Караганда, 1-2.11.2018 г.). – 2018. – С. 32.

[14] Бекеева С.А., Жанкулова Л.К., Еселханова Г.А. Оценка условий труда и функционального состояния организма работников технического обслуживания железнодорожного транспорта / Наука и Мир,№12 (64),2018,Том 1. Волгоград. –С.41-42.

Кантарбаева А.Д., Бекеева С.А., Князов Е.Ж.

Өңдеу өнеркәсібінің жұмысшыларының еңбек жағдайлары және функционалдық жағдайы

Түйіндеме. Жұмыста өңдеу өнеркәсібіндегі жұмысшылардың еңбек жағдайлары мен функционалдық жағдайларына байланысты интегралды кәсіптік тәуекелдің нәтижелері келтірілген. Асфальтобетон зауытының жұмысшыларының еңбек жағдайлары орташа тәуекел дәрежесіне сәйкес келетіндігі анықталды. Еңбектің ауырлығы мен қарқындылығына байланысты 55 жастан асқан және 7 жылдан асатын жұмыс тәжірибесі бар жүргізушілердің бейімделу қабілеті бейімделудің қанағаттанғысыз және бейімделудің бұзылуына ұшырауына және өнімділіктің төмендеуіне әкеп соғатыны орнатылды.

Түйінді сөздер: бейімделу, жұмысшылардың функционалдық жағдайы, еңбек жағдайларының зиянды факторлар, жарақат алу қаупі, жұмысшылардың денсаулығы.

МРНТИ 621.3.072.9

A.T. Bektimirov, K.K. Tokhtibakiyev, S.A. Nurgaliyeva
(Almaty University of power engineering and telecommunications, Almaty, Kazakhstan
abektim@gmail.com)

VERIFICATION OF LOW FREQUENCY OSCILLATIONS IN KAZAKHSTAN GRID OF USING THE WAMS SYSTEM AND THE PSCAD PROGRAM

Abstract: The article presents the results of the low-frequency oscillations (LFO) study for the North-South transit of the Kazakhstan's national electric grids by using the monitoring system WAMS and modeling the power system operation regimes in the PSCAD program. In present, in power systems with remote generation sources and extended power lines have been registered large system accidents caused by low-frequency oscillations.

The transient monitoring system WAMS was implemented on the basis of two synchronized phasor measurement units (PMU) installed at two 500 kV substations, and a phasor data concentrator (PDC) together with the WAProtector software. Also given the results of monitoring and analyzing the parameters of low-frequency oscillations with own frequencies from 0,1 to 0,7 Hz and their amplitude values of power in the normal circuit on the North-South transit of the Kazakhstan national electrical grid (NEG). During the testing of the WAMS in the power system were recorded several emergency events; the article presents an analysis of the most typical situation. By simulating the operating regimes of the power system in the PSCAD program was performed verification of the experimentally obtained data. Has been revealed an insufficient degree of damping of low-frequency oscillations in the North-South transit. As a result, there is a risk of developing a system crash, as well as the probability of a decrease in the capacity of the intersystem transmission lines.

Key words: low-frequency oscillations, WAMS, PMU, stability control, verification, PSCAD.

А. Т. Бектимиров, К.К. Тохтибакиев, С.А.Нургалиева
(Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Казахстан
abektim@gmail.com)

ВЕРИФИКАЦИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ WAMS И ПРОГРАММЫ PSCAD

Аннотация. В статье приведены результаты исследования низкочастотных колебаний (НЧК) по транзиту «Север-Юг» национальных электрических сетей Казахстана с использованием системы мониторинга WAMS и моделирования режимов работы энергосистемы в программе PSCAD. На сегодняшний день в энергосистемах с удаленными источниками генерации и протяженными линиями электропередач зарегистрированы крупные системные аварии, вызванные НЧК.

Система мониторинга переходных режимов WAMS была реализована на основе двух низовых устройств синхронизированных векторных измерений (PMU) установленных на двух ПС-500 кВ, и сервера приема и обработки данных совместно с программным обеспечением «WAProtector». Приведены результаты мониторинга и анализа параметров НЧК с собственными частотами от 0,1 до 0,7 Гц и их амплитудные значения мощности в нормальной схеме по транзиту «Север-Юг» национальных электрических сетей (НЭС) Казахстана. За время апробации системы WAMS было зафиксировано несколько аварийных событий в энергосистеме, в статье приведен анализ наиболее характерной ситуации. Верификация экспериментально полученных данных выполнена путем моделирования режимов работы энергосистемы в программе PSCAD. Выявлена недостаточная степень демпфирования низкочастотных колебаний по транзиту «Север-Юг». В результате чего имеется риск развития системной аварии, а также вероятность снижения пропускной способности межсистемных линий электропередач (ЛЭП).

Ключевые слова: низкочастотные колебания, WAMS, PMU, контроль устойчивости, верификация, PSCAD.

Обеспечение надежной работы энергосистемы является главной задачей и наряду с изученными процессами статической и динамической устойчивостей необходимо в должной мере исследовать вопрос возникновения колебательной неустойчивости. Причинами развития колебательной неустойчивости являются устойчиво существующие, слабо демпфируемые НЧК мощности.

Одна из первых крупных аварий, вызванная НЧК мощности в послеаварийном режиме, была зафиксирована в Северной Америке в октябре 1964 года, во время испытаний по объединению Северо-Западной энергосистемы с Юго-Западной. Колебание мощности с частотой 0,1 Гц наблюдалось по межсистемной линии электропередач. В конце 70-х и начале 80-х годов по межсистемной ЛЭП, связывающей Шотландию и Англию, были обнаружены НЧК мощности с частотой 0,5 Гц. 10 августа 1996 года НЧК мощности, с частотой 0,2÷0,3 Гц явились причиной крупной аварии в западной энергосистеме Северной Америки, когда на 9 часов без электроэнергии остались 7,5 миллионов потребителей [1].

На сегодняшний день в объединенной Европейской энергосистеме существуют устойчивые НЧК, между Севером и Югом Европы моды с частотами 0,2 Гц и 0,3 Гц, между Западной и Восточной частью - 0,4 Гц и 0,5 Гц [2]. В странах Скандинавского полуострова наиболее доминантные моды НЧК мощности имеют собственную частоту 0,5Гц, в Китае - 0,4Гц, в Италии - 0,55 Гц.

Из анализа следует вывод, что наибольшее количество аварийных отключений энергосистем были вызваны колебаниями мощности с собственными частотами от 0,1 до 0,7 Гц, в связи с этим данные НЧК рассматриваются в международной практике как наиболее опасные [3].

По частотному спектру НЧК можно классифицировать следующим образом [4,5,6,7]:

1. *Торсионные колебания*. Данные колебания имеют частоту от 0,2 до 2 Гц и возникают в результате механических колебаний масс, расположенных на валу генератора. Такие колебания неизбежны и при небольших амплитудах вполне допустимы.

2. *Локальные колебания*. Данные НЧК имеют диапазон частот от 0,7 до 4 Гц, вызваны изменением режима работы одного или нескольких генераторов на одной электростанции (ЭС) при изменении нагрузки в энергосистеме. Локальные НЧК носят подсистемный характер, имеют малую амплитуду колебаний мощности и не угрожают устойчивой работе энергосистемы.

3. *Межсистемные колебания*. Диапазон частот от 0,1 до 0,7 Гц, колебания вызваны изменением режима синхронной работы ЭС в энергосистеме при изменении возникновении небалансов мощности. Данные НЧК плохо изучены, носят системный характер и имеют большую амплитуду колебаний, которые носят обменный характер между подсистемами.

4. *Колебания, вызванные некорректной настройкой системы возбуждения на ЭС*. Диапазон частот трудно оценить, но данные колебания встречаются довольно часто.

5. *Инфранизкочастотные колебания*. Природа возникновения таких колебаний связана с неманевренной работой ТЭС при изменении нагрузки в сети, период колебаний составляет более 5 минут (0,003 Гц).

Стоит отметить, что классификация НЧК по частотному спектру не означает, что они друг друга исключают. Колебания от разных источников могут возникать в одной и той же системе и накладываться друг на друга.

Основные характеристики НЧК

При рассмотрении динамического поведения НЧК в энергосистеме, можно выделить два основных параметра – декремент затухания (описывает уменьшение амплитуды колебательного

процесса) и натуральная частота колебания. Уравнение НЧК для одной моды колебаний можно представить, как линейную систему второго порядка в следующем виде:

$$f(t) = \omega_n^2 + 2\zeta\,\omega_n \frac{dx}{dt} + \frac{d^2x}{dt^2} \quad (1)$$

где: ζ - декремент затухания; ω_n - натуральная частота колебаний.

Декремент затухания определяется по следующему выражению:

$$\zeta = \frac{\delta}{\sqrt{(2\pi^2) + \delta^2}} \quad (2)$$

где δ -логарифмический декремент, определяемый по пиковым значениям соседних волн, определяется по формуле:

$$\delta = \frac{1}{n}\ln\left(\frac{x_2}{x_{n-1}}\right) \quad (3)$$

Декремент затухания показывает состояние колебаний, и рассматривается в следующих трех состояниях: а) Затухающие колебания, $0 < \zeta < 1$; б) Незатухающие, стабильно присутствующие колебания, $\zeta = 0$; в) Нарастающие колебания, $\zeta < 0$.

Для более детализированного исследования характеристик НЧК, рассматриваются коэффициент и степень демпфирования.

Идентификация НЧК с использованием системы WAMS

Появление технологий синхронизированных векторных измерений (СВИ) позволяет создать систему контроля установившихся и переходных режимов системы, которые дают возможность не только организовать мониторинг параметров энергосистемы, но и создать адаптивные системы управления режимами ЭЭС, прогнозировать опасные режимы, приводящие к нарушению устойчивости, в том числе и контроль колебательной устойчивости [8,9].

Широкое использование система WAMS, получила в странах Европы, Северной Америки, Китае и России [10]. Используя мировой опыт внедрения WAMS в зарубежных странах, Системный оператор АО «KEGOC» планирует поэтапное создание такой системы в НЭС Казахстана, начиная с установки на ограниченном количестве контролируемых точек [11,12,13]. Так сотрудниками НАО «АУЭС» и АО «KEGOC» в период с 2015 по 2017 года на ПС-1150 кВ «Экибастузкая» и ПС-500 кВ «Алма» были размещены устройства PMU, в филиале АМЭС АО «KEGOC» (г. Алматы) размещен сервер приема и обработки данных с программным обеспечением «WAProtector». Структура построенной системы представлена на рисунке 1. Передача синхронизированных измерений в реальном времени осуществляется по оптоволоконной линии связи (ВОЛС).

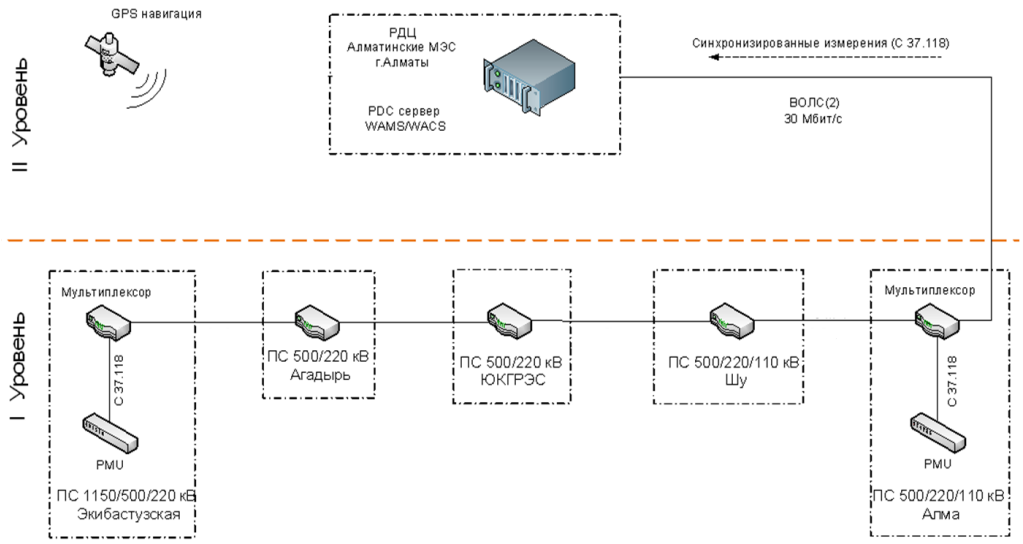


Рис. 1. Структура передачи и обработки данных

Основной задачей внедренного пилотного проекта являлась оценка возможности использования системы WAMS в НЭС Казахстана для исследования квазистационарных и динамических характеристик системы. В статье приведены результаты мониторинга и анализа межсистемных НЧК в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах работы транзита «Север-Юг» НЭС Казахстана.

На рисунке 2 приведены суточный срез колебаний частот 4 мод НЧК по ВЛ-500 кВ «Экибастузская-Агадырь» в диапазоне: 1) от 0,075 Гц до 0,133 Гц (синий цвет); 2) от 0,133 Гц до 0,237 Гц (оранжевый цвет); 3) от 0,237 Гц до 0,420 Гц (красный цвет); 4) от 0,422 Гц до 0,75 Гц (зеленый цвет).

Бектимиров А.Т., Тохтибакиев К.К., Нургалиева С.А.

Wams жүйесін және pscad бағдарламасын пайдаланып қазақстанның электр желісіндегі төмен жиілікті тербелістерді тексеру

Аңдатпа. Мақалада WAMS мониторинг жүйесі және PSCAD бағдарламасында қуат жүйесінің жұмыс режимдерін модельдеу арқылы Қазақстанның ұлттық электр желісінің Солтүстік-Оңтүстік транзиті үшін төмен жиілікті тербелістерді (ТЖТ) зерттеу нәтижелері келтірілген. Бүгінгі күні қашықтан шығу көздері мен кеңейтілген электр желілері бар энергетикалық жүйелерде төмен жиілікті тербелістерден туындаған ірі жүйелік апаттар тіркелді.

WAMS уақытша мониторинг жүйесі екі 500 кВ қосалқы станцияларда орнатылған екі векторды өлшеу қондырғысының (PMU) және WAProtector бағдарламалық қамтамасыз етуімен бірге деректерді қабылдау және өңдеу серверінің негізінде жүзеге асырылды. Ұлттық электр тораптары (ҰЭЖ) Солтүстік-Оңтүстік транзитіндегі қалыпты тізбектегі 0,1 - 0,7 Гц жиіліктегі төмен жиіліктік ұяшықтар параметрлерін және олардың амплитудасының мәндерін талдау нәтижелері келтірілген. WAMS жүйесін тестілеу кезінде энергетикалық жүйеде бірнеше төтенше оқиғалар тіркелді, мақалада ең типтік жағдайдың талдауы келтірілген.

Эксперименттік алынған деректерді тексеру PSCAD бағдарламасында қуат жүйесінің жұмыс режимдерін модельдеу арқылы орындалды. Солтүстік-Оңтүстік транзитінде төмен жиіліктегі тербелістердің жеткіліксіз дәрежесі анықталды. Нәтижесінде жүйедегі апаттың даму қаупі бар, сондай-ақ жүйеаралық электр жеткізу желілерінің (ЭЖЖ) қуаттылығының төмендеу ықтималдығы бар.

Кілттік сөздер: төмен жиілікті тербелістер, WAMS, PMU, тұрақтылықты бақылау, тексеру, PSCAD

УДК 004.94

E. Smolova, O. Salikova
(Kostanay State University A. Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan.
E-mail: smolova15@mail.ru)

THE MATHEMATICAL MODEL OF A FOUR-LEGGED ROBOT IN A COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEM

Abstract. Modeling the behavior of a walking robot in terms of dynamic component loads is needed at the turn of its outline design. Evaluation of the simulation results will allow a reasonable approach to the selection and design of the structural components of the robot. In addition to this, the dynamic model is likely to develop control actions on the drive, to ensure the same or another look of movement.

Key words: robot, modeling, component, dynamic model

Е.Смолова, О.Салыкова
(Костанайский государственный университет им.А.Байтурсынова,
Костанай, Казахстан. E-mail: smolova15@mail.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЧЕТЫРЕХНОГОГО РОБОТА В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Аннотация. Моделирование поведения шагающего робота с точки зрения динамических нагрузок на составляющие нужно на рубеже его эскизного проектирования. Оценка итогов моделирования позволит обоснованно подойти к выбору и проектированию конструктивных составляющих робота. Не считая такого, на динамической модели вероятна отработка управляющих воздействий на привод, для обеспечения такого или же другого облика перемещения.

Ключевые слова: робот, моделирование, компонент, динамическая модель

Введение.

Моделирование поведения шагающего робота с точки зрения динамических нагрузок на составляющие нужно на рубеже его эскизного проектирования. Оценка итогов моделирования позволит обоснованно подойти к выбору и проектированию конструктивных составляющих робота. Не считая такого, на динамической модели вероятна отработка управляющих воздействий на привод, для обеспечения такого или же другого облика перемещения.

В рамках возможности моделирования динамических систем есть математические модели составляющих трехмерной механики, которыми вполне вероятно пользоваться при построении модели шагающего робота. Но обнаружилось, собственно что составляющих привода в комплексе нет. Эти модели были разработаны, проведено их испытания и выполнено моделирование четырехногого робота с учетом сервоприводов.

Из рисунка 1 можно получить сведения о структуре робота.



Рис. 1. Четырехногий робот

Строение ноги робота представлено на рисунке 2. Каждая нога робота состоит из 2 сервоприводов и 2 креплений.

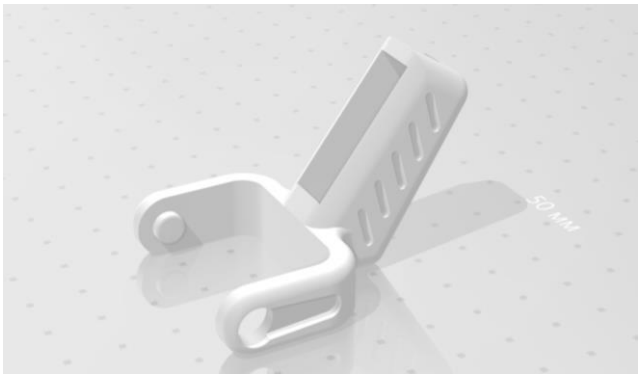


Рис. 2. Строение ноги робота

Построение задачи.

Для корректной работы математической модели сервопривода рисунок 3 необходимо вычислять угол в шарнирном соединении между двумя соединяемыми элементами. Рассогласование между этим углом и углом, задаваемым извне, в качестве возмущающего воздействия, является аргументом для зависимого источника момента. Модель подключается к элементам шарнирного соединения и внешнему источнику, определяющему заданный угол, выходом является рассогласование, умноженное на задаваемый коэффициент.

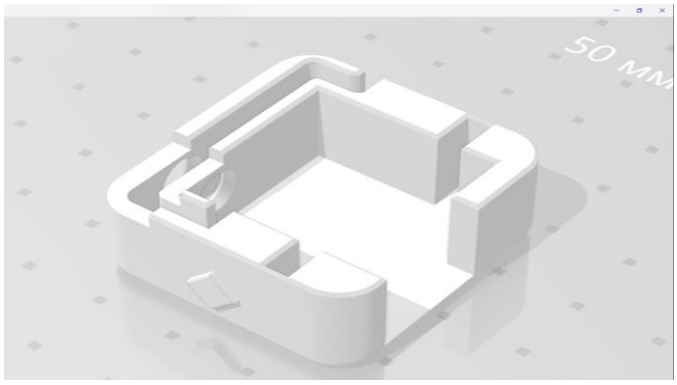


Рис. 3. Корпус для сервопривода

Математическая модель привода основана на математической модели цилиндрического шарнира. В нее был добавлен управляемый источник момента относительно оси шарнира, с помощью которого моделируется электропривод. Значение момента определяется рассогласованием, полученным с помощью ранее описанной модели. Математическую модель привода образует следующая система уравнений:

Соотношения для линейных скоростей в глобальной системе координат:

$$Vx1x2 = r_{z1} * \omega_{y1} - r_{z2} * \omega_{y2} - r_{y1} * \omega_{z1} + r_{y2} * \omega_{z2} \quad (1)$$

$$Vy1y2 = -r_{z1} * \omega_{x1} + r_{z2} * \omega_{x2} - r_{z1} * \omega_{z1} + r_{x2} * \omega_{z2} \quad (2)$$

$$Vz1z2 = r_{y1} * \omega_{x1} - r_{y2} * \omega_{x2} - r_{x1} *: \omega_{y1} + r_{x2} * \omega_{y2} \quad (3)$$

где V_{x1x2} – разность скоростей центров масс 1-го и 2-го тел

По оси X;V_{y1y2}, V_{z1z2} – то же по осям Y и Z;

$\omega_{x1}, \omega_{x2}, \omega_{y1}, \omega_{y2}, \omega_{z1}, \omega_{z2}$-угловые скорости

$r_{x1}, r_{x2}, r_{y1}, r_{y2}, r_{z1}, r_{z2}$-координаты шарнира относительно центров масс 1 и 2

тела по соответствующим осям в глобальной системе координат;

Поскольку во вращательном шарнире возможен поворот только вокруг одной локальной оси (X), можно записать уравнения связи для угловых скоростей по осям Y и Z в глобальной системе координат:

$$\omega_{y1y2} = -c_{yx} * (\omega_{x1} - \omega_{x2}); \quad (4)$$

$$\omega_{z1z2} = -c_{zx} * (\omega_{x1} - \omega_{x2}); \quad (5)$$

Формулы расчета моментов:

$$M_{x1x2} = -(C_{yx} * M_{\omega y1y2} + C_{zx} * M_{\omega z1z2}); \quad (6)$$

$$M_{x1} = -r_{z1} * F_y + r_{y1} * F_z + M_{xUpr}; \quad (7)$$

$$M_{x2} = r_{z2} * F_y - r_{y2} * F_z - M_{xUpr}; \quad (8)$$

$$M_{y1} = r_{z1} * F_x - r_{x1} * F_z + M_{yUpr}; \quad (9)$$

$$M_{y2} = -r_{z2} * F_x + r_{x2} * F_z - M_{yUpr}; \quad (10)$$

$$M_{z1} = -r_{y1} * F_x + r_{x1} * F_x - M_{zUpr}; \quad (11)$$

$$M_{z2} = r_{y2} * F_x - r_{x2} * F_y - M_{zUpr}; \quad (12)$$

где F_x, F_y, F_z – реакции в шарнире по соответствующим осям;

$M_{\omega y1y2}$ $M_{\omega z1z2}$– момент реакции 1 и 2 тела относительно оси X;

M_{x1x2} – момент между телами вокруг оси X, обусловленный поворотом локальной системы координат относительно глобальной;

$M_{x1}, M_{x2}, M_{y1}, M_{y2}, M_{z1}, M_{z2}$ – моменты на тела 1 и 2 вокруг соответствующих осей, обусловленные реакциями в шарнирах и внешним возмущением;

$M_{xUpr}, M_{yUpr}, M_{zUpr}$– проекции входного момента на соответствующие оси.

Уравнение (1) получено из соотношения $M_x * c_x + M_y * c_y + M_z * c_z = 0$, которое соответствует тому, что момент вокруг оси вращения равен нулю, отсюда

Формула расчета M_x

$$M_x = -(M_y * C_{yx} + M_{z*} C_{zx}); \quad (13)$$

где M_x – проекция момента реакции на ось X,

$c_x\ c_y\ c_z$ – направляющие косинусы оси вращения цилиндрического шарнира в глобальной система координат.

Если направляющие косинусы определены в локальной системе, то формула расчета M_x будет рассчитываться следующим образом:

$$C_{yx}=\frac{m[yx]*C_x+m[yy]*C_y+m[yz]*C_z}{m[xx]*C_x+m[xy]*C_y+m[xz]*C_z};$$

$$C_{zx}=\frac{m[yx]*C_x+m[yy]*C_y+m[zz]*C_z}{m[xx]*C_x+m[xy]*C_y+m[xz]*C_z};$$

где $m[\,]$ – матрица перехода из локальной системы координат в глобальную.

Правильность созданных математических моделей была испытана на испытательной схеме, состоящей из математической модели расчета рассогласования, математической модели привода и 2 тел. Подавался возмущающий сигнал, который обязан быть проработан сервоприводом. Итоги моделирования совпали с ожидаемым итогом.

Результаты.

На основе разработанных моделей была собрана модель четырехногого робота, составными частями которого являются корпус рис.4 и четыре ноги.

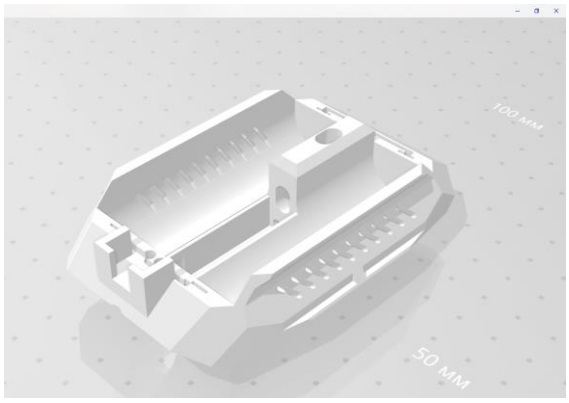


Рис. 4. Корпус

Возмущающим воздействием была сила тяжести элементов робота, под ее действием ноги робота не должны были разъезжаться, потому что на были заданы определенные углы на сервоприводы.

На рисунке 5 светло-голубым цветом (Z0) показано изменение положения центра масс корпуса по вертикали, остальные графики показывают управляющие воздействия, вырабатываемые сервоприводами для обеспечения заданных углов. Начальное увеличение высоты центра масс обусловлено тем, что начальное положение элементов не соответствует заданным углам.

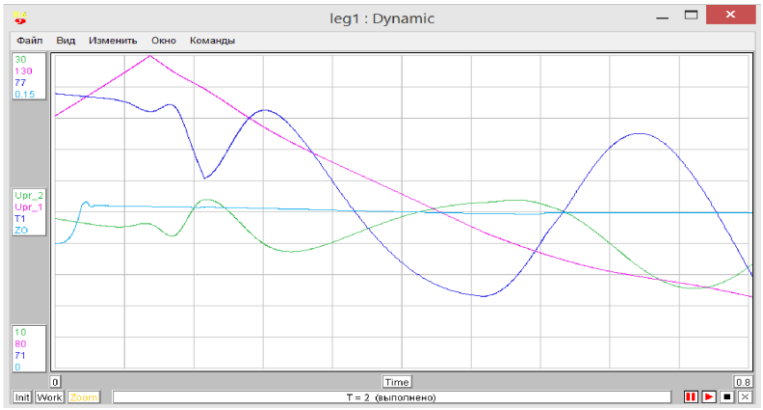


Рис. 5. Зависимости положения центра масс и управляющих воздействий от времени

Разработанные математические модели элементов сервопривода позволили оценить динамику работы робота и могут быть использованы для дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Амелькин Н.И. Кинематика и динамика твердого тела. М.: МФТИ (ГУ). 2016. 64 с.

[2] Моделирование в ПМК ПА9 // База и Генератор Образовательных Ресурсов. Режим доступа: http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=PA9/base.cou (Дата обращения: 5.07.2015)

Смолова Е., Салықова О.

Автоматты дизайн жүйесінде төртінші роботтың математикалық моделі

Түйіндеме. Жүріп келе жатқан роботтың динамикалық компоненттер жүктемелері тұрғысынан модельдеу оның құрылымын құру кезінде қажет. Модельдеу нәтижелерін бағалау роботтың құрылымдық компоненттерін таңдауға және безендіруге ақылға қонымды көзқарас жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, динамикалық модельде дискідегі басқару әрекеттері осы немесе басқа қозғалысты қамтамасыз ету үшін пысықталуы мүмкін.

Түйін сөздер: робот, модельдеу, компонент, динамикалық модель

UDK 517.95

N.M. Koshkarbayev[1], B.T. Torebek[2]

([1]Al-Farabi Kazakh National University. 050040, Almaty, 71 Al-Farabi ave.
[2]Ghent University, B 9000 Ghent, Krijgslaan 281, Building S8, Belgium
e-mail: nurbol-koshkarbaev@mail.ru, berikbol.torebek@ugent.be)

ABOUT A SINGULAR TRAVELLING WAVE SOLUTION OF THE KDV-BBM EQUATION

Abstract. This paper is devoted to the Korteweg-de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation in a infinite domain. This particular problem arises from the phenomenon of long breaking wave with small amplitude in fluid. In fluid dynamics, a breaking wave is a wave whose amplitude reaches a critical level at which some process can suddenly start to occur that causes large amounts of wave energy to be transformed into turbulent kinetic energy.

For the Korteweg-de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation, we obtain the conditions of blowing-up of travelling wave solutions in finite time. The proof of the results is based on the nonlinear capacity method. In closing, we provide the numerical examples.

Keywords: Breaking waves, Korteweg-de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation; blow-up of solution, travelling wave solution.

1. Introduction.

1.1. Breaking waves.

In fluid dynamics, a breaking wave is a wave whose amplitude reaches a critical level at which some process can suddenly start to occur that causes large amounts of wave energy to be transformed into turbulent kinetic energy. At this point, simple physical models that describe wave dynamics often become invalid, particularly those that assume linear behaviour.

Breaking of water surface waves may occur anywhere that the amplitude is sufficient, including in mid-ocean. However, it is particularly common on beaches because wave heights are amplified in the region of shallower water (because the group velocity is lower there). There are three basic types of breaking water waves [1]. They are spilling, plunging and surging:

1.2. Mathematical model.

In this section we present the well-known mathematical model of the Korteweg de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation equation (see. [2]).

One of the well-known non-linear equations that embody both variance and non-linearity and is actively used in applications is the Korteweg-de Vries equation [3] which models the undirectional propagation of weakly nonlinear and weakly dispersive waves:

$$\eta_t + c\left(1 + \frac{3h}{2}\eta\right)\eta_x + \frac{ch^2}{6}\eta_{xxx} = 0, \tag{1}$$

where η is the vertical excursion of the free surface above the still water level, $h$is the uniform undisturbed water depth and $c = \sqrt{gh}$ is the speed of linear gravity waves (g being the gravity acceleration).

The Benjamin-Bona-Mahony equation is an alternative to the Korteweg-de Vries equation [4] which is described as follows:

$$\eta_t + c\left(1 + \frac{3h}{2}\eta\right)\eta_x - \frac{ch^2}{6}\eta_{txx} = 0.$$

We consider the following scaled dependent and independent variables:

$$\eta \leftarrow \frac{\eta}{a_0}, \qquad x \leftarrow \frac{x}{l}, \qquad t \leftarrow \frac{ct}{l},$$

where a_0 is the characteristic wave amplitude and l is the characteristic wavelength. In dimensionless variables KdV equation (1) reads:

$$\eta_t + \left(1 + \frac{3\epsilon}{2}\eta\right)\eta_x + \frac{\mu^2}{6}\eta_{xxx} = 0,$$

where parameter $\epsilon = \frac{a_0}{h}$ measures the nonlinearity and $\mu = \frac{h}{l}$ is the dispersion parameter. The relative importance of these two effects is measured by the so-called Stokes-Ursell number [5]:

$$S = \frac{\epsilon}{\mu^2} \equiv \frac{a_0 l^2}{h^3}.$$

The last equation can be further simplified if we perform an additional change of variables:

$$\eta \leftarrow \frac{3\mu^2}{a_0}\eta, \qquad x \leftarrow \frac{\sqrt{6}}{\mu}(x - t), \qquad t \leftarrow \frac{\sqrt{6}}{\mu}t,$$

which yields the following simple equation including explicitly the Stokes-Ursell number S:

$$\eta_t + S\eta\eta_x + \eta_{xxx} = 0.$$

The last scaled KdV equation can be further generalized by using the low-order asymptotic relations in order to alternate higher order terms as it was proposed by Bona and Smith [6]. This step is rather standard and we do not provide here the details of the derivation [7]:

$$\eta_t + S\eta\eta_x + \eta_{xxx} - \delta\eta_{txx} = 0, \tag{2}$$

where $\delta \in \mathbb{R}$. The equation (2) is so-called Korteweg-de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation.

We note that for a particular value of the Stokes-Ursell number $S = 1$ another simpler scaling is possible when all the lengths ($x$and η) are scaled by the mean water depth h.

1.3. Statement of the problem.

We consider one of the mathematical problem of the breaking water waves, the Korteweg-de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation:

$$\eta_t + \eta\eta_x + \eta_{xxx} - \eta_{txx} - \eta_x = 0, t > 0, x \in \mathbb{R}. \tag{3}$$

The Korteweg-de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation has important application in different physical situations such as waves on shallow water, and processes in semiconductors with differential conductivity.

In this paper, based on the method of nonlinear capacity [8], the existence of singular travelling wave solutions of the equation (3) is proved.

2. Singular travelling wave solutions.

We consider the traveling wave type solutions of the Korteweg-de Vries-Benjamin Bona Mahony equation (3):

$$\eta(x,t) = \eta(\xi),$$

where $\xi = x - ct$ and c is the wave velocity. Then $\eta(\xi)$ satisfies

$$(1+c)\eta''' + \eta\eta' - (1+c)\eta' = 0. \tag{4}$$

Equation (4) admits the following integrals:

$$(1+c)\eta'' + \frac{\eta^2}{2} - (1+c)\eta + C = 0, \tag{5}$$

where C is an arbitrary constant.

2.1. Nonexistence of travelling wave solution

A solution of (5) is a function $\eta \in L^2(I), I \subset \mathbb{R}$ that satisfies the integral identity

$$\int_I \eta^2(\xi)\varphi(\xi)d\xi = -2(1+c)\int_I \eta(\xi)\big(\varphi''(\xi) - \varphi(\xi)\big)d\xi - 2C\int_I \varphi(\xi)d\xi \tag{6}$$

for $\varphi \in C_0^2(I)$.

We multiply equation (5) by a nonnegative test function $\varphi \in C_0^2(I)$ with compact support. Then after integration we obtain (6). Hence, by the Young inequality with parameter $a > 0$, we find that

$$\int_I \eta^2(\xi)\varphi(\xi)d\xi \le \frac{(1+c)}{a}\int_I \eta^2(\xi)\varphi(\xi)d\xi + a(1+c)\int_I \frac{\big(\varphi''(\xi)-\varphi(\xi)\big)^2}{\varphi(\xi)}d\xi - 2C\int_I \varphi(\xi)d\xi. \tag{7}$$

We now take the test function:

$$\varphi(\xi) = \varphi_0(\tau), \tau = \frac{\xi}{L},$$

where $L \ge 2$ is a free parameter and the function $0 \le \varphi_0 \in C^2(I)$ such that

$$\varphi_0(\tau) = \begin{cases} 1 \ if \ |\tau| \le 1, \\ 0 \ if \ |\tau| \ge 2. \end{cases}$$

Let the function φ_0 satisfies the following properties

$$\alpha = \int_{-2}^{2} \frac{|L^2\varphi_0(\tau) - \varphi_0''(\tau)|^2}{\varphi_0(\tau)}d\tau < \infty,$$

and

$$\beta = \int_{-2}^{2} \varphi_0(\tau) d\tau < \infty.$$

Then, if $a = c + 1$ the inequality (7) implies

$$(1 + c)(2 + c)\frac{\alpha}{L^2} \geq 2C\beta.$$

From this it directly follows that if there exist C such that the inequality (7) holds, then there is no such bounded travelling wave solution of equation (5).

Then the following results are true

Theorem 1. The equation (4) with support $L \geq 2$, satisfying the inequality

$$C > \frac{(c+1)(c+2)\alpha}{2\beta L^2} \tag{8}$$

does not admit a solution.

Thus, a sufficient condition for the existence of an unbounded traveling wave with a wavelength L_* is the fulfillment of the inequality

$$\frac{2L^2}{(c+1)(c+2)} C > \frac{\alpha}{\beta}$$

with $L > L_*$.

2.2. Numerical examples.

In this subsection we consider some numerical examples for equation (5) with different viscosities. We consider some initial data (at $x = ct$) for a traveling wave. In this case, we note that the nonexistence of a solution to equation (5) depends on the conditions (8).

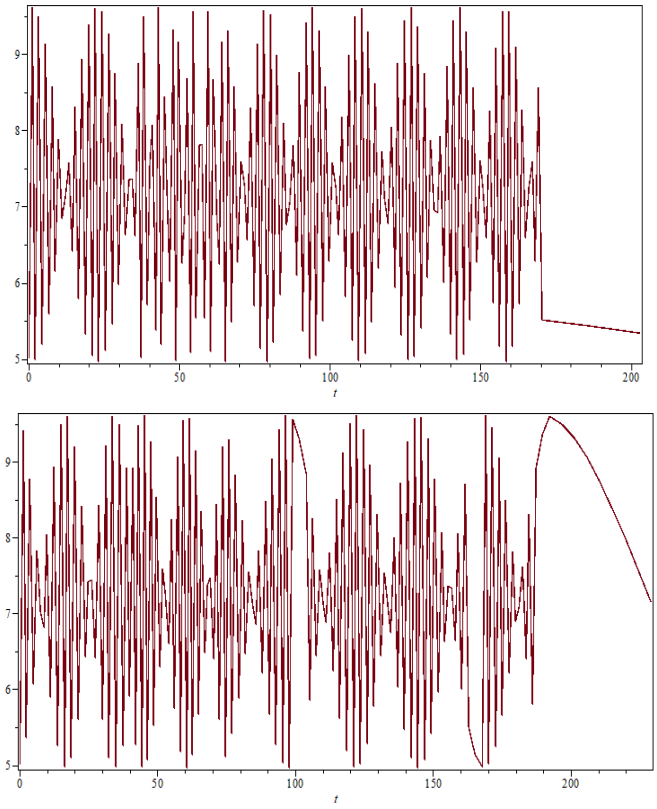


Fig. 1. Singular travelling waves

First, consider an example where the wave velocity is small enough. That is, consider a fluid with a velocity between zero and one. Then, as seen from the Figure 1, the traveling wave breaks relatively quickly.

Let us now study a fluid with a velocity between 50 and 100. In this case, the time of breaking the wave slightly increases. It is easy to see from the Figure 2.

Now let the fluid velocity be large enough. That is, consider a fluid with a velocity of about one thousand. In this case, as seen from the Figure 3 the time of breaks of traveling waves will be quite large.

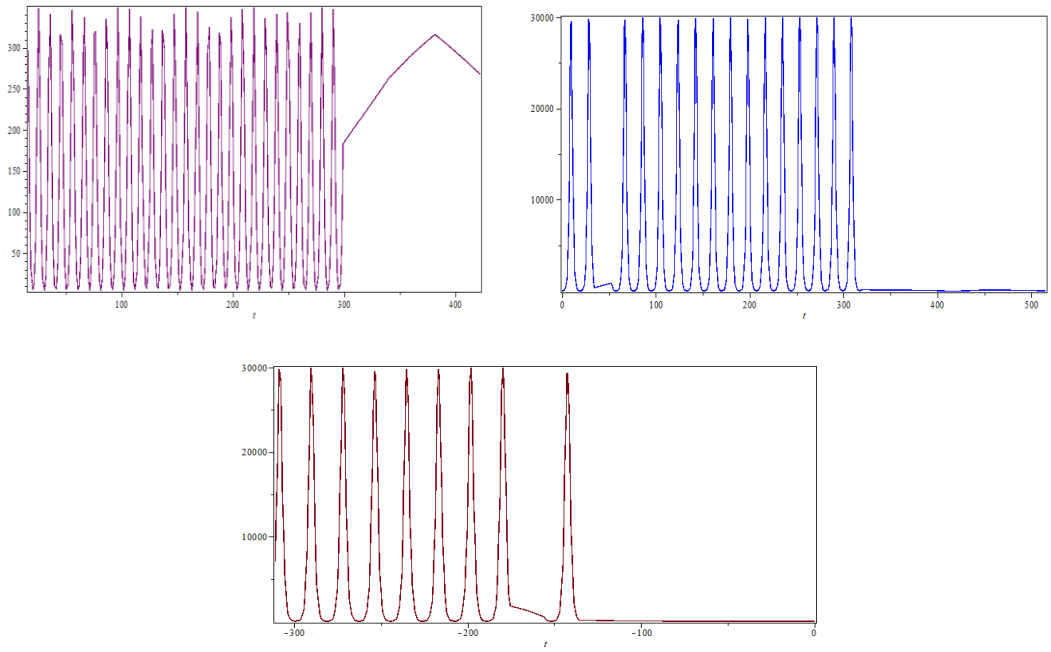


Fig. 2. Breaking travelling waves

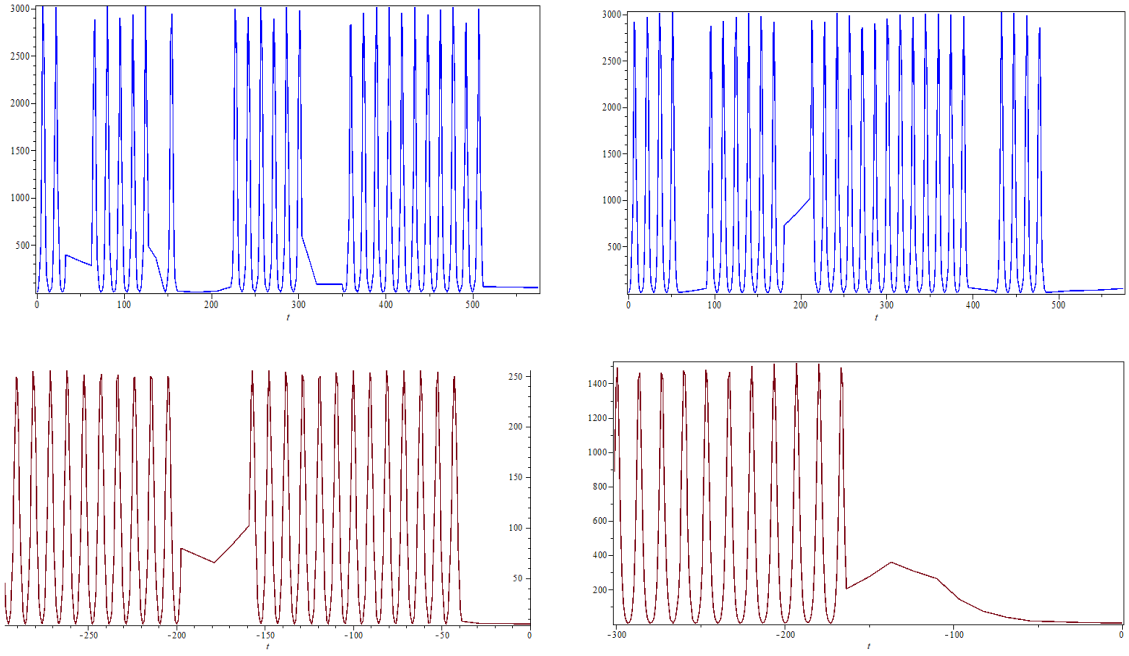


Fig. 3. Breaking travelling waves

Analyzing the above examples, we come to the conclusion that with an increase of the wave velocity, the time of wave break-up increases.

Conclusion.

The present paper is devoted to the Korteweg-de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation in an infinite interval. This particular problem arises from the phenomenon of long breaking waves with small amplitude in fluid. For the Korteweg-de Vries-Benjamin-Bona-Mahony equation, we proved the nonexistence of the singular travelling wave solutions. Moreover, we provide some examples.

Acknowledgements.

The research is financially supported by a grant from the Ministry of Science and Education of the Republic of Kazakhstan (Grants №AP05131756). No new data was collected or generated during the course of research.

REFERENCES

[1] T. Sarpkaya, M. Isaacson. Mechanics of wave forces on offshore structures. Van Nostrand Reinhold. (1981).

[2] D. Dutykh, E. Pelinovsky. Numerical simulation of a solitonic gas in KdV and KdV-BBM equations. Physics Letters A. V. 378, No. 42, P. 3102-3110 (2014).

[3] D. J. Korteweg, G. de Vries, On the change of form of long waves advancing in a rectangular canal, and on a new type of long stationary waves. Philos. Mag. 39:5, 422-443 (1895).

[4] T. B. Benjamin, J. L. Bona, J. J. Mahony. Model equations for long waves in nonlinear dispersive systems. Philos. Trans. R. Soc. Lond. 272, 47-78 (1972).

[5] F. Ursell, The long-wave paradox in the theory of gravity waves, Proc. Camb. Philos. Soc. 49, 685-694 (1953).

[6] J. L. Bona, R. Smith, A model for the two-way propagation of water waves in a channel, Math. Proc. Camb. Philos. Soc. 79, 167-182 (1976).

[7] M. Francius, E. N. Pelinovsky, A. V. Slunyaev. Wave dynamics in nonlinear media with two dispersionless limits for long and short waves. Phys. Lett. A. 280:2, 53-57 (2001).

[8] E. Mitidieri, S. I. Pokhozhaev. A priori estimates and blow-up of solutions of nonlinear partial differential equations and inequalities. Proc. Steklov Inst. Math., 234, 1-362 (2001).

Кошкарбаев Н.М., Төребек Б.Т.

КДФ-ББМ теңдеуінің қума толқын тектес сингуляр шешімдері туралы

Түйіндеме. Бұл мақала шексіз аймақтағы Кортевег-де-Фриз-Бенджамин-Бона-Махони теңдеуіне арналған. Бұл есеп сұйықтықтағы аз амплитудасы бар ұзын сынған толқынның феноменіне байланысты туындайды. Сұйықтық динамикасында толқындар – бұл, оның амплитудасы сыни деңгейге жеткен, онда кенеттен басталуы мүмкін процесс толқындардың энергиясын турбулентті кинетикалық энергияға айналдыруға әкелетін толқын болып табылады.

Кортевег-де-Фриз-Бенджамин-Бона-Махони теңдеуі үшін біз жүгіруші толқындар тектес шешімнің ақырлы уақытта жойылатын шартын аламыз. Нәтижелердің дәлелі сызықты емес сыйымдылық әдісіне негізделген. Қорытындылай келе, сандық мысалдар келтіреміз.

Түйінді сөздер: сынған толқындар, Кортевег-де-Фриз-Бенджамин-Бона-Махони теңдеуі; шешімнің жойылуы, жүгіруші толқындар тектес шешім.

Кошкарбаев Н.М., Торебек Б.Т.

О сингулярных решениях типа бегущей волны для уравнения КДФ-ББМ

Резюме. Статья посвящена уравнению Кортевега-де-Фриза-Бенджамина-Бона-Махони в бесконечной области. Эта конкретная проблема возникает из-за явления длинной ломающейся волны с малой амплитудой в жидкости. В динамике жидкости ломающаяся волна - это волна, амплитуда которой достигает критического уровня, при котором внезапно может начаться некоторый процесс, который приводит к превращению большого количества энергии волны в турбулентную кинетическую энергию.

Для уравнения Кортевега-де-Вриза-Бенджамина-Бона-Махони мы получаем условия разрушения решений бегущей волны за конечное время. Доказательство результатов основано на методе нелинейной емкости. В заключение приведем численные примеры.

Ключевые слова: ломающиеся волны, уравнение Кортевега-де Вриза-Бенджамина-Бона-Махони; взрыв решения, решение бегущей волны.

УДК 62.83: 621.313

M.A. Mustafin, N.K. Almuratova, N.I. Darimbayeva
(Almaty University of Energy and Communications
Nur0507@mail.ru, mustafin_ma@mail.ru, nazira75-75@mai.ru)

MODELING A FREQUENCY-CONTROLLED ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

Abstract. A mathematical model of a frequency-controlled asynchronous electric drive is proposed, taking into account the non-sinusoidality of the output voltage of the frequency converter. The block diagram of the calculation algorithms performed in the computer application "Mathcad", the simulation results and their analysis are given.

Keywords: asynchronous electric drive, transient, frequency converter, mathematical model, harmonic, Mathcad.

М.А. Мустафин, Н.К.Алмуратова, Н.И.Даримбаева
(Алматинский университет энергетики и связи
Nur0507@mail.ru, mustafin_ma@mail.ru, nazira75-75@mai.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Аннотация Предлагается математическая модель частотно-регулируемого асинхронного электропривода, учитывающая несинусоидальность выходного напряжения преобразователя частоты. Приведены блок схема алгоритмов вычислений, выполненных в компьютерном приложении «Mathcad», результаты моделирования и их анализ.

Для расчета и анализа переходных режимов работы регулируемого электропривода центробежных агрегатов в [1] была предложена математическая модель динамических процессов асинхронного электропривода, выполненная на базе компьютерного математического приложения «Mathcad». Полная система исходных дифференциальных уравнений, описывающих процессы в асинхронном электроприводе центробежных насосов, состоит из трех групп: уравнений электромагнитного равновесия (Кирхгофа), описывающих электромагнитные процессы в двигателе, уравнений электромеханического преобразования энергии и уравнений, характеризующих особенности механической нагрузки на валу двигателя.



Рис. 1. Блок-схема математической модели

В данной модели одним из допущений являлась синусоидальность питающего АД напряжения. В реальности выходное напряжение преобразователей частоты содержит высшие гармонические составляющие, приводящие к искажению формы токов двигателя и электромагнитного момента. В статье предлагается дополнить модель АД с целью учета реальной формы напряжений и токов в частотно-регулируемом электроприводе.

Для этого система дополняется уравнениями, отражающими выходные параметры и свойства источников питания. В блок-схеме добавляются два блока («Параметры преобразователя частоты» и «Расчет гармоник напряжения ПЧ»), в которых проводится гармонический анализ выходного напряжения ПЧ и преобразование полученных значений в синхронные координаты *x,y*.

В расчетах используем основные понятия векторно-гармонического метода анализа электромагнитных процессов в АД. В [1] показано, что высшие гармонические составляющие напряжений и токов можно, как и первые гармоники, представлять векторами, вращающимися с частотой, кратной порядку гармоник, и, следовательно, проводить их преобразования в различных системах координат.

Это позволяет использовать для расчетов искажающих составляющих токов двигателей те же алгоритмы и формулы, что и для расчета электромагнитных процессов в АД по первым гармоникам.

Для ν - х гармонических составляющих токов и напряжений АД уравнение электрического равновесия (1) сохраняет структуру:

$$\begin{vmatrix} U_{1x\upsilon} \\ U_{1y\upsilon} \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} r_1 + p(l_1 + l_m) & -\omega_\upsilon(l_1 + l_m) & pl_m & -\omega_\upsilon l_m \\ \omega_\upsilon(l_1 + l_m) & r_1 + p(l_1 + l_m) & \omega_\upsilon l_m & pl_m \\ pl_m & -\omega_\upsilon s_\nu l_m & r_2 p(l_2 + l_m) & -\omega_\upsilon s_\nu (l_2 + l_m) \\ \omega_\upsilon s_\nu l_m & pl_m & \omega_\upsilon s_\nu (l_2 + l_m) & r_2(l_2 + l_m) \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_{1x\upsilon} \\ I_{1y\upsilon} \\ I_{2x\upsilon} \\ I_{2y\upsilon} \end{vmatrix} \quad (1)$$

где: ν - порядковый номер гармонической составляющей тока и напряжения;

$U_{1x\nu}$ – проекция ν –й гармоники напряжения статора на ось х;

$U_{1y\nu}$ – проекция ν –й гармоники напряжения статора на ось у;

$I_{1x\nu}$, $I_{1y\nu}$ – проекции ν –й гармоники тока статора соответственно на оси х и у;

$I_{2x\nu}$, $I_{2y\nu}$ – проекции ν –й гармоники тока ротора соответственно на оси х и у;

l_1, l_2 –индуктивности рассеяния фазы статора и ротора;

l_m– индуктивность контура намагничивания;

ω - угловая частота вращения ротора;

r_1, r_2 – активные сопротивления фазы статора и ротора;

ω_ν - частота вращения ν – ой гармонической составляющей.

Отличие от уравнения по первым гармоническим [1] следующие. В (1) появляется значение s_ν – скольжение относительно высших гармонических:

$$s_\nu = \frac{\omega_\nu \mp \omega}{\omega_\nu} . \quad (2)$$

В (2) знак минус относится к гармоническим составляющим прямой последовательности (включая первую гармонику), знак плюс – к гармоническим обратной последовательности, вектор которых вращается в противоположном направлении.

В уравнениях электромеханического преобразования энергии производная по времени от s_ν

$$\frac{ds_\nu}{dt} = -\frac{1}{\omega_\nu}\frac{d\omega}{dt} = -\frac{1}{J\omega_\nu}\left(\frac{3p_П l_m}{2}(i_{1y\nu}i_{2x\nu} - i_{1x\nu}i_{2y\nu}) - M_C\right). \quad (3)$$

В программе расчета динамических характеристик привода МЦД использовалась квадратичная зависимость момента сопротивления от частоты вращения.

Еще одно уравнение в системе (значение dM_C/dt) получено дифференцированием уравнения движения электропривода при квадратичной зависимости момента сопротивления от частоты вращения.

$$\frac{dM_C}{dt}=\frac{dM_C}{ds_\nu}\frac{ds_\nu}{dt}=(-2M_H+2M_H s_\nu)\left[-\frac{1}{J\omega_\nu}\left(\frac{3p_\Pi l_m}{2}(i_{1y\nu}i_{2x\nu}-i_{1x\nu}i_{2y\nu})-M_C\right)\right] \quad (4)$$

В результате, с учетом выражений (1…4) система уравнений асинхронного электропривода приобретает вид:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{di_{1x\nu}}{dt}&=\frac{1}{l_1l_2-l_m^2}(-r_1l_2i_{1x\nu}+\omega_\nu l_1l_2i_{1y\nu}-\omega_\nu s_\nu l_m^2i_{y1\nu}+r_2l_mi_{2x\nu}+\omega_\nu l_2l_mi_{2y\nu}-\omega_\nu l_2l_ms_\nu i_{2y\nu}+(l_2u_{1x\nu}-l_mu_{2x\nu}))\\
\frac{di_{1y\nu}}{dt}&=\frac{1}{l_1l_2-l_m^2}(-\omega_\nu l_1l_2i_{1x\nu}+\omega_\nu s_\nu l_m^2i_{1x\nu}-r_1l_2i_{1y\nu}-\omega_\nu l_2l_mi_{2x\nu}+\omega_\nu l_2l_ms_\nu i_{2x\nu}+r_2l_mi_{2y\nu}+(l_2u_{1y\nu}-l_mu_{2y\nu}))\\
\frac{di_{2x\nu}}{dt}&=\frac{1}{l_1l_2-l_m^2}(r_1l_mi_{1x\nu}-\omega_\nu l_1l_mi_{1y\nu}+\omega_\nu s_\nu l_1l_mi_{y1\nu}-r_2l_1i_{2x\nu}-\omega_\nu l_m^2i_{2y\nu}+\omega_\nu l_1l_2s_\nu i_{2y\nu}+(l_1u_{2x\nu}-l_mu_{1x\nu}))\\
\frac{di_{2y\nu}}{dt}&=\frac{1}{l_1l_2-l_m^2}(\omega_\nu l_1l_mi_{1x\nu}-\omega_\nu s_\nu l_1l_mi_{1x\nu}+r_1l_mi_{1y\nu}-\omega_\nu l_1l_2s_\nu i_{2x\nu}+\omega_\nu l_m^2i_{2x\nu}-r_2l_1i_{2y\nu}+(l_1u_{2y\nu}-l_mu_{1y\nu}))\\
\frac{ds_\nu}{dt}&=-\frac{3p_\Pi l_m}{2J\omega_\nu}i_{1y\nu}i_{2x\nu}+\frac{3p_\Pi l_m}{2J\omega_\nu}i_{1x\nu}i_{2y\nu}+\frac{M_C}{J\omega_\nu}\\
\frac{dM_C}{dt}&=\frac{3p_\Pi l_m}{J\omega_\nu}i_{1y\nu}i_{2x\nu}M_H-\frac{3p_\Pi l_m}{J\omega_\nu}i_{1y\nu}i_{2x\nu}M_Hs_\nu-\frac{3p_\Pi l_m}{J\omega_\nu}i_{1x\nu}i_{2y\nu}M_H+\frac{3p_\Pi l_m}{J\omega_\nu}i_{1x\nu}i_{2y\nu}M_Hs_\nu-\frac{2M_C}{J\omega_\nu}M_H+\frac{2M_C}{J\omega_\nu}M_Hs_\nu
\end{aligned}\right\} \quad (5)$$

На рисунках 2…6 приведены результаты расчетов переходных процессов с учетом несинусоидальности выходного напряжения ПЧ на примере пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

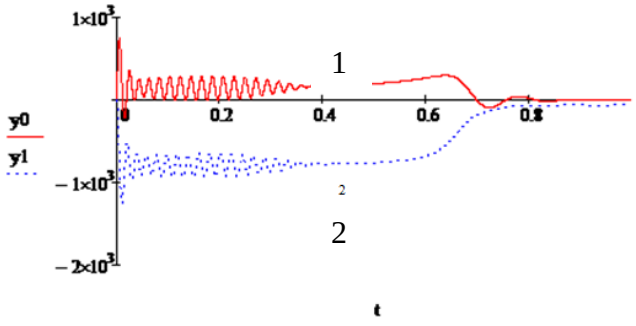


Рис. 2. Активная (1) и реактивная (2) составляющие тока статора АД (первые гармоники)

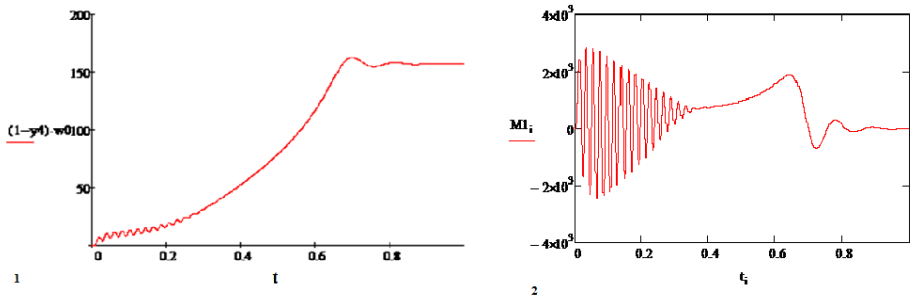


Рис. 3. Скорость (1) и момент (2) АД (первые гармоники)

Кривые переходного процесса по первым гармоникам (рисунки 2,3) аналогичны результатам, полученным в [1] что подтверждает адекватность модели. Для расчетов по высшим гармоническим напряжений и токов принят преобразователь частоты с управляемым выпрямителем, выполненный по 6-пульсной (мостовой) схеме. Выходное напряжение такого ПЧ содержит высшие гармонические составляющие порядка

$$\nu = 6n \pm 1,$$

где n=1,2…

На рисунках 4,5,6 приведены результаты моделирования переходных процессов по седьмым гармоникам. Частота и затухание составляющих высших гармоник тока статора АД соответствуют известным представлениям.

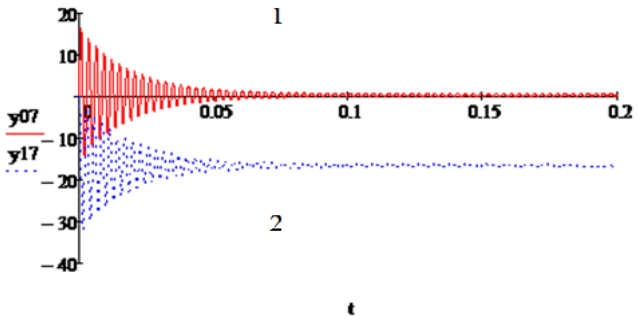


Рис. 4. Активная (1) и реактивная (2) составляющие тока статора АД (седьмая гармоника)

На рисунке 5 представлена кривая изменения электромагнитного момента АД от взаимодействия седьмых гармоник токов, рассчитанная по формуле

$$M_7 = \frac{3}{2} p_П L_m (i_{1y7} i_{2x7} - i_{1x7} i_{2y7}) \qquad (6)$$

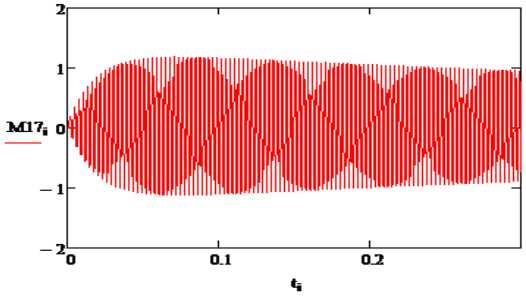


Рис. 5. Электромагнитный момент АД от взаимодействия седьмых гармоник

Очевидно, что величина такого момента (1,1 Нм) пренебрежимо мала (номинальный момент АД в модели – 1200 Нм).

Но в двигателе в результате взаимодействия гармонических потока и токов разного порядка образуются пульсирующие моменты. Основным их источником является взаимодействие основного потока с высшими гармоническими составляющими тока ротора:

$$M_{1,\nu} = \overline{\Phi}_1 \cdot \bar{i}_{2\nu} \ ,$$

или иначе:

$$M_{1,7} = \frac{3}{2} p_П L_m (i_{1y} i_{2x7} - i_{1x} i_{2y7}) \ . \qquad (7)$$

Рассчитанная по (7) кривая электромагнитного момента АД представлена на рисунке 6.

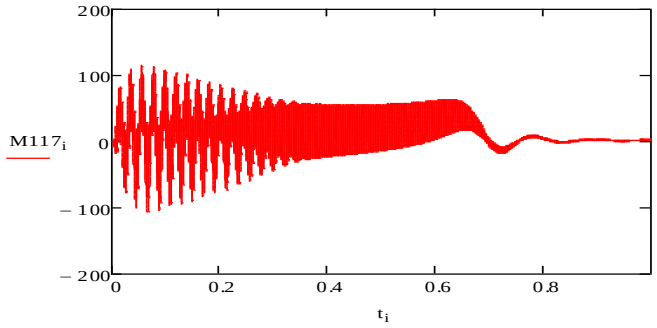


Рис. 6. Электромагнитный момент АД от взаимодействия первой и седьмой гармоник

Амплитуда колебаний электромагнитного момента составляет 115 Нм, т.е. до 9% от номинального значения.

Суммарный пульсирующий момент от взаимодействия основного потока со всеми гармоническими тока ротора можно определить, как

$$M_{1,\nu} = \frac{3}{2} p_{\Pi} L_m \sum_{\nu=1}^{\infty} (i_{1y} i_{2x\nu} - i_{1x} i_{2y\nu})$$

Предлагаемое в статье дальнейшее развитие математической модели АД на базе компьютерного математического приложения «Mathcad» показало свою адекватность и работоспособность. Модель позволяет, кроме вариантов управления АД, видов переходных процессов, характера нагрузки учесть особенности схемы и принципа действия преобразователя частоты.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M.Mustafin, N. Almuratova. International Journal of Pharmacy & Technology. Calculation of transient processes of electric drives of centrifugal mechanisms. IJPT| Sep-2016 | Vol. 8 | Issue No.3 | Indian.

[2] Дьяконов В.П. «Mathcad 8-12 для всех» Издательство: "Солон-пресс", 2005.

Мустафин М.А., Алмуратова Н.К., Даримбаева Н.И.

Моделирование частотно-регулируемого асинхронного электропривода

Түйіндеме Жиіліктік түрлендіргіштің шығыстық кернеуінің синусоидалық еместігін ескеретін жиілікті-реттелетін асинхронды электржетегінің математикалық үлгісі ұсынылған. Есептеу алгоритмінің блок схемасы, «Mathcad» компьютерлік бағдарламасында орындалған үлгілеу нәтижесі және олардың талдамасы көрсетілген.

УДК 539.215.9

Sagadatova N.Zh.[1], Kedruk Y.Y. [1], Baigarinova G.A.[2], Gritsenko L.V. [1,2] , Kh.A. Abdullin[2]
([1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. [2]National nanotechnology laboratory of open type at al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: janegirl10@mail.ru)

HYDROTHERMAL SYNTHESIS OF ZnO / CuO NANOCOMPOSITES FOR THE USE IN PHOTOINDUCED DEGRADATION OF ORGANIC COMPOUNDS

Abstract. ZnO / CuO nanocomposites were synthesized using a simple hydrothermal method. Their structure and morphology, photoluminescent properties, and photocatalytic activity were studied. The synthesized ZnO / CuO samples contain the main phase of hexagonal ZnO and a certain amount of monoclinic copper oxide CuO. The effect of the concentration of copper sulfate in ZnO / CuO structures on their photocatalytic properties was studied. It was found that photocatalytic activity increases with increasing CuO content, while the PL intensity in ZnO / CuO samples decreases.

Key words: ZnO / CuO nanocomposites, photocatalytic activity, photoluminescent properties.

Н.Ж. Сагадатова[1], Е.Ю. Кедрук[1], Г.А. Байгаринова[2], Л.В. Гриценко[1,2], Х.А. Абдуллин[2]
([1]Satbayev University, Almaty, [2]Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа при КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан. E-mail: janegirl10@mail.ru)

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТОВ ZnO/CuO ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ФОТОИНДУЦИРОВАННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Аннотация. Простым гидротермальным методом синтезированы нанокомпозиты ZnO/CuO, исследованы их структура и морфология, фотолюминесцентные свойства и фотокаталитическая активность. Синтезированные образцы ZnO/CuO содержат основную фазу гексагонального ZnO и некоторое количество моноклинного оксида меди CuO. Изучено влияние концентрации сульфата меди в структурах ZnO/CuO на их фотокаталитические свойства. Обнаружено, что фотокаталитическая активность увеличивается с увеличением содержания CuO, в то время как интенсивность ФЛ в образцах ZnO/CuO уменьшается.

Ключевые слова: нанокомпозиты ZnO/CuO, фотокаталитическая активность, фотолюминесцентные свойства.

Введение

В последние годы деградация органических загрязнителей окружающей среды с использованием фотокатализа привлекает большое внимание ввиду высокой фотокаталитической активности, низкой стоимости и нетоксичности конечных продуктов [1]. Одним из известных катализаторов является оксид цинка, обладающий широкой запрещённой зоной 3.37 эВ и большой энергией связи экситона (60 мэВ). Наноструктуры ZnO используются для разложения различных органических веществ и красителей в сточных водах благодаря химической стабильности, низкой стоимости и высокой окислительной способности [2-6]. Тем не менее, низкая фотокаталитическая активность является главным препятствием для деградации загрязнителей в больших масштабах. Чтобы улучшить фотокаталитическую активность наноструктур ZnO, прикладываются усилия для изменения морфологии наноструктур ZnO [7, 8] путём легирования благородными металлами [9, 10], созданием композитных соединений с акцептирующими наноматериалами [11-13]. Предшествующие исследования показали, что скорость рекомбинации фотоиндуцированной электронно-дырочной пары ZnO играет важную роль в процессе каталитической деградации [13], которая обычно происходит быстрее, чем поверхностные окислительно-восстановительные реакции [14]. Следовательно, включение акцептирующих наноматериалов считается одной из наиболее эффективных стратегий подавления электронно-дырочной рекомбинации, что обеспечивает высокую фотокаталитическую способность.

Исследования нанокомпозитов на основе ZnO и оксидов металлов последних лет показали, что фотокаталитическая активность может быть повышена за счёт эффективного переноса носителей заряда [15-17]. Оксид меди (II) CuO, являющийся узкозонным проводником p-типа, применяется для улучшения фотокаталитической эффективности некоторых полупроводников с широкой запрещённой зоной [18-20]. В работе [19] исследована фотодеградация метилового оранжевого (МО) с использованием нанокомпозитов ZnO/CuO. Обнаружено, что порядка 90% МО можно разложить под воздействием ультрафиолетового излучения в течение 60 минут. Ли и др. [20] сообщили, что нанокомпозиты ZnO/CuO с открытой и пористой поверхностью проявляют более высокую эффективность разложения, чем чистый ZnO. Ван и соавторы [21] синтезировали фотокаталитически активный ZnO методом фотоосаждения. Результаты деградации показали, что около 80% МО в растворе (10 мг/л) может разлагаться после воздействия УФ-излучения (254 нм) в течение 2 часов. В связи с этим актуальной является задача повышения фотокаталитической активности нанокомпозитов ZnO/CuO. В настоящей работе гидротермальным методом синтезированы нанокомпозиты ZnO/CuO, исследована их фотокаталитическая активность, структура и фотолюминесцентные свойства.

Экспериментальные результаты и обсуждение

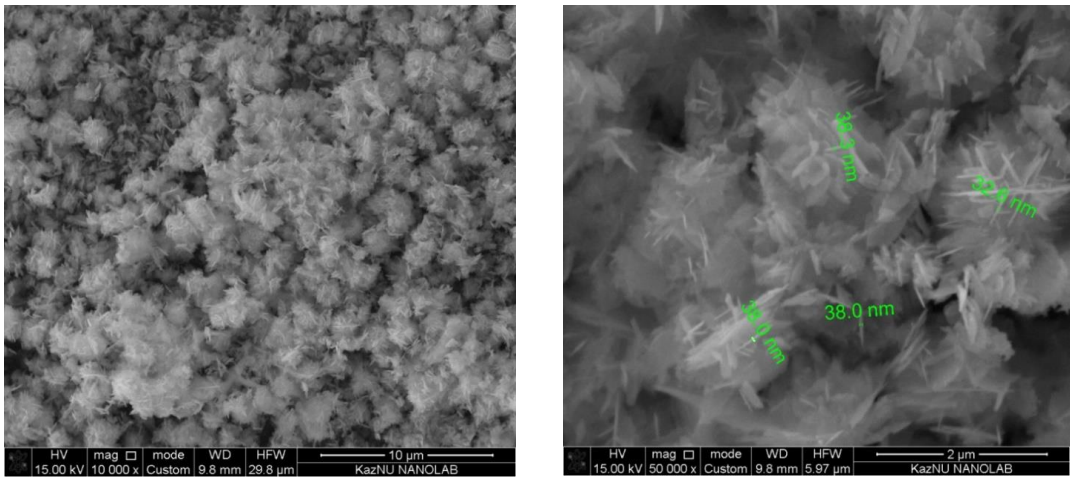
Нанокомпозиты ZnO/CuO были синтезированы низкотемпературным гидротермальным методом. Изучено влияние концентрации сульфата меди в водном растворе на свойства полученных образцов. Для этой серии экспериментов был использован водный раствор, содержащий хлорид цинка $ZnCl_2$ с концентрацией 20.0 мМ, сульфат меди $CuSO_4 \times 5H_2O$ с концентрацией от 0.1 до 1 мМ и 0.1 мМ NaOH. Содержание сульфата меди в растворах для синтеза представленных образцов составило: ZCP#5 – 1.0 ммоль, ZCP#6 – 0.5 ммоль, ZCP#7 – 0.1 ммоль. Синтез проводился в закрытом

стеклянном стакане на водяной бане в течение 3-х часов при температуре 70°С. По окончанию синтеза полученные образцы были тщательно промыты дистиллированной водой, затем проведена декантация центрифугированием и сушка при температуре 125°С в течение 12 часов.

Морфология полученных образцов исследована методом сканирующей электронной микроскопии (SEM) с помощью микроскопа Quanta 3D 200i. Кристаллическая структура образцов исследована методом широкоугловой рентгеновской дифракции XRD (x-ray diffraction) с помощью дифрактометра MiniFlex Rigaku. Спектры оптической плотности измерены на спектрофотометре Lambda 35 (PerkinElmer) в диапазоне 300-800 нм. Спектры фотолюминесценции (ФЛ) измерены с помощью люминесцентного спектрометра Cary Eclipse (Agilent) при комнатной температуре, при возбуждении от импульсной ксеноновой лампы при длине волны 300 нм.

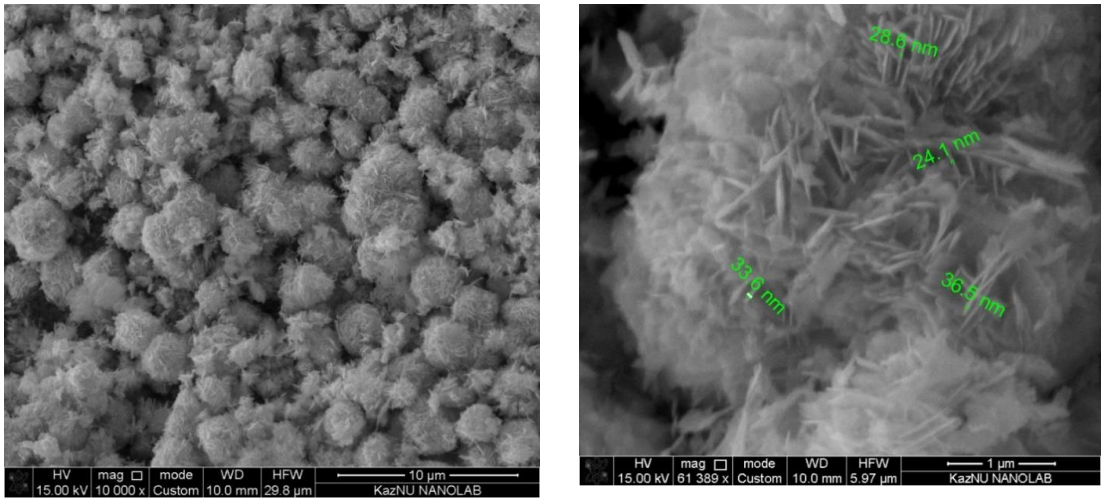
Результаты

Как показали результаты исследования методом электронной микроскопии (рис. 1-3), морфология образцов ZCP#5, ZCP#6 и ZCP#7 представляет собой тонкие пластины ZnO, погружённые в хлопьевидную структуру CuO.



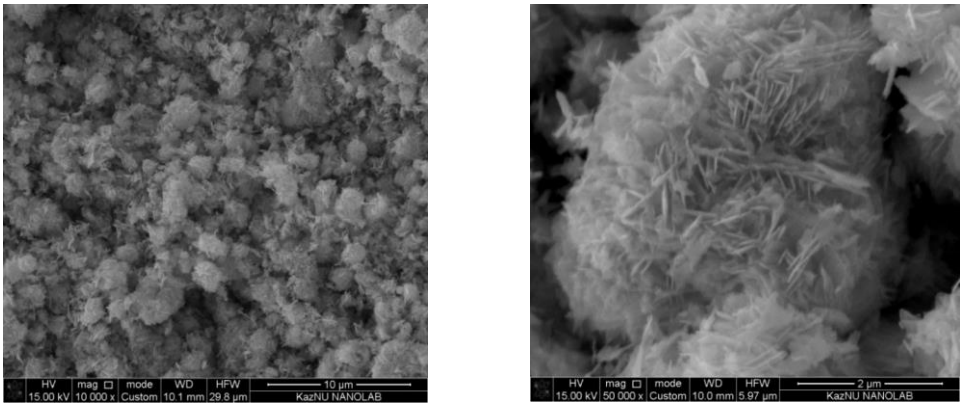
а б

Рис. 1. Морфология образца ZnO/CuO (ZCP#5), продолжительность синтеза 3 часа, температура 70°С, 1.0 ммоль сульфата меди



а б

Рис. 2. Морфология образца ZnO/CuO (ZCP#6), продолжительность синтеза 3 часа, температура 70°С, 0.5 ммоль сульфата меди



а б

Рис. 3. Морфология образца ZnO/CuO (ZCP#7), продолжительность синтеза 3 часа, температура 70°С, 0.1 ммоль сульфата меди.

Отмечено, что уменьшение содержания сульфата меди в растворе роста при неизменных остальных параметрах ведёт к незначительному изменению морфологии. Изменения заключаются в том, что количество хлопьевидных структур CuO закономерно становится меньше.

Структурные свойства полученных образцов ZnO–CuO исследованы методом рентгеноструктурного анализа. Измерения XRD были выполнены при одних и тех же условиях для всех образцов. На рис. 4 представлены XRD для образца ZCP#5. Видно, что основной фазой является оксид цинка (PDF Card №00-036-1451) с гексагональной кристаллической решёткой. Присутствуют также слабые рефлексы от моноклинной решётки оксида меди (PDF 00-041-0254). Для других образцов XRD результаты были аналогичны, поэтому здесь не приводятся, разница в XRD результатах заключалась только в уменьшении интенсивности рефлексов фазы CuO с падением концентрации сульфата меди в ростовом растворе.

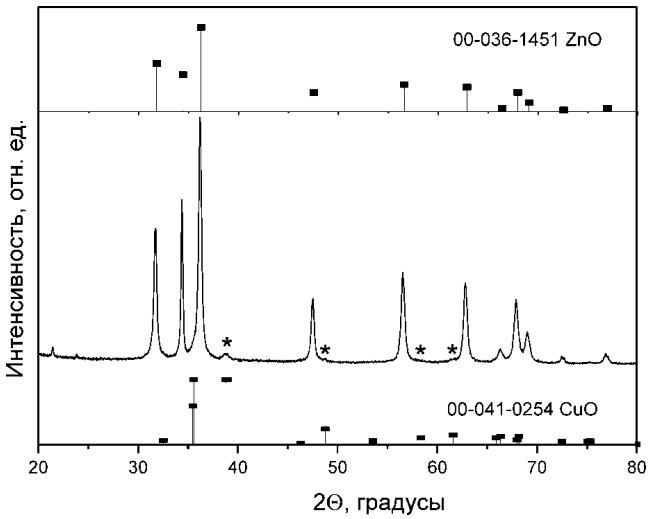


Рис. 4. Рентгенограмма образца ZnO/CuO (ZCP#5), продолжительность синтеза 3 часа, температура 70°С, 1.0 ммоль сульфата меди. Звёздочками отмечены положения рефлексов фазы CuO

Исследование фотолюминесценции синтезированных образцов (рис. 5) показало, что спектры ФЛ полученных композитов ZnO/CuO состоят из двух полос свечения – межзонная полоса при длине волны ~380 нм, которая соответствует излучательной рекомбинации экситонов, и широкой полосы в видимом диапазоне, возникающей благодаря излучательной рекомбинации через глубокие уровни на примесях и дефектах. Наиболее интенсивная ФЛ наблюдалась для образца ZCP#7 с наименьшим содержанием CuO, с ростом сульфата меди в ростовом растворе интенсивность ФЛ несколько падала как в ультрафиолетовой области, так и в видимой области спектра. Форма полосы примесной ФЛ также изменялась, длина волны максимума сдвигалась в коротковолновую область.

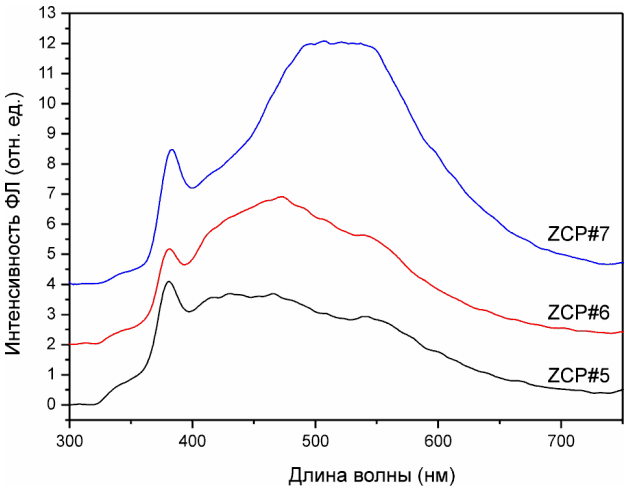


Рис. 5. Спектры фотолюминесценции синтезированных образцов ZCP#5-ZCP#7.

Проверка фотокаталитической активности композитов ZnO/CuO проводилась путём исследования кинетики деградации тестового органического вещества - красителя RhB - под воздействием УФ - освещения. Фотодеградация RhB проводилась в стеклянном мерном стакане объёмом 250 мл, снабжённом системой водного охлаждения. Для предотвращения осаждения порошка ZnO/CuO стакан располагался на магнитной мешалке. Раствор красителя содержал 0.16 г RhB на 1 литр дистиллированной воды. Для фотокаталитической деградации в 112.5 мл раствора RhB добавляли 9 мг синтезированного образца NPs с обработкой в ультразвуковой ванне в течение 30 мин и последующим перемешиванием на магнитной мешалке при комнатной температуре. Ультрафиолетовое освещение обеспечивала ртутная лампа мощностью 14 Вт. Ртутная лампа помещалась в кварцевую пробирку, которая в свою очередь погружалась в стакан с приготовленным раствором и порошком ZnO/CuO.

Изучение фотокаталитической активности синтезированных образцов проведено путём измерения спектров оптического поглощения RhB в диапазоне длин волн 300-800 нм. Забор проб раствора RhB для измерения спектров оптической плотности осуществлялся через каждые 30 минут в течение 2.5 часов. На рисунке 6 показано изменение спектров оптической плотности исследуемых водных растворов, демонстрирующих деградацию RhB-красителя в присутствии композитов ZnO/CuO, образец ZCP#5. Из рисунка видно, что максимум интенсивности поглощения исходного раствора RhB с порошком ZnO/CuO приходится на 557 нм. С увеличением времени экспонирования интенсивность поглощения RhB постепенно снижается в присутствии ZnO NPs, что свидетельствует об уменьшении концентрации красителя RhB. Относительная концентрация красителя RhB уменьшается с увеличением времени экспозиции, при этом для образцов ZCP#5 и ZCP#6 краситель RhB значительно деградирует на поверхности композитов ZnO/CuO под действием УФ освещения в первые 30 мин экспозиции. Через 2 часа раствор красителя в присутствии данных образцов становится практически бесцветным.

Из литературы известно [22, 23], что содержание CuO оказывает влияние на фотокаталитическую активность ZnO. Из рисунка 6 b видно, что увеличение CuO в композитах ZnO/CuO повышает их фотокаталитическую активность, поскольку наилучший результат фотокаталитической активности показал образец ZCP#5, синтезированный при 70°C в растворе, содержащем 1 ммоль сульфата меди. Можно сделать вывод, что повышение фотокаталитической активности нанокомпозитов тесно связано с содержанием CuO в нанокомпозитах ZnO/CuO.

Причиной усиления фотокаталитической активности нанокомпозитов ZnO/CuO может быть пониженная скорость рекомбинации неравновесных носителей. Деградацию органических соединений вызывают фотоиндуцированные под воздействием ультрафиолетового излучения электронно-дырочные пары в ZnO.

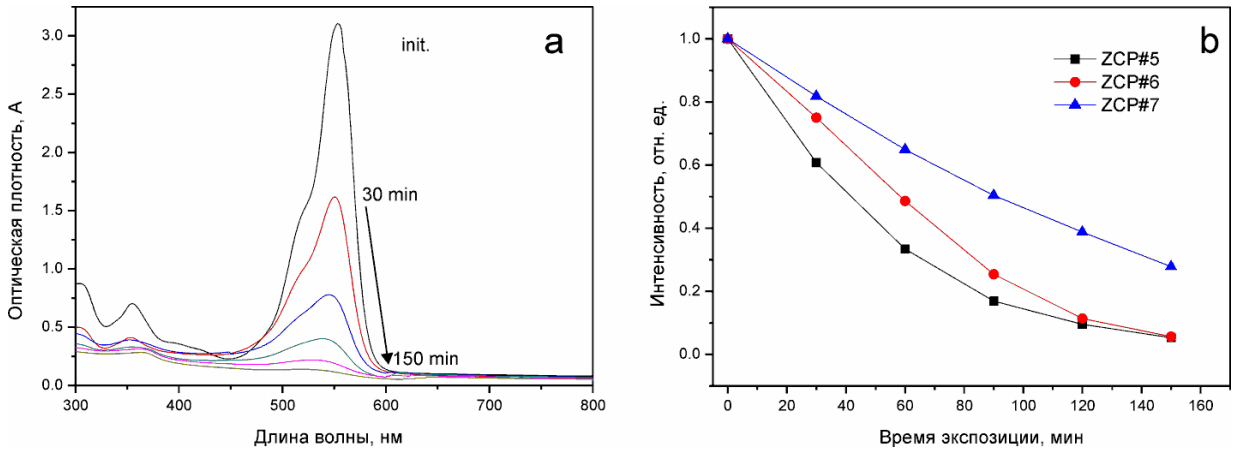


Рис. 6. (a) Изменение спектров оптической плотности водного раствора RhB с образцом ZnO/CuO (ZCP#5), (b) кинетические кривые при деградации раствора родамина-B в присутствии структур ZnO/CuO, образцы ZCP#5, ZCP#6 и ZCP#7, под действием УФ – излучения.

Электроны переходят из валентной зоны (VB) в зону проводимости (CB), оставляя положительные дырки (h +) в VB. После разделения электронов и дырок растворённый кислород (O_2), адсорбированный на ZnO, будет реагировать с фотоиндуцированными электронами с образованием супероксидных радикалов ($•O^-_2$). Учитывая зонную структуру ZnO и CuO, в нанокомпозитах ZnO/CuO под действием электрического поля на границе ZnO и CuO возникает перенос фотоиндуцированных дырок от ZnO к CuO а электронов – в обратную сторону [21, 24, 25], что приводит к понижению скорости рекомбинации фотоиндуцированных электронно-дырочных пар. Отрицательные гидроксильные ионы (OH^-) будут окисляться в гидроксильные радикалы (-OH) с помощью фотоиндуцированных дырок [26]. При этом молекулы красителя разлагаются на простую органику и далее превращаются в CO_2 и H_2O. Следовательно, усиленную фотокаталитическую деградацию нанокомпозитов ZnO/CuO можно связать с эффективным переносом заряда между ZnO и CuO. О пониженной скорости рекомбинации электронно-дырочных пар в нанокомпозитах ZnO/CuO свидетельствует также уменьшение интенсивности ФЛ при росте концентрации оксида меди.

Выводы

Отработан низкозатратный гидротермальный синтез нанокомпозитов ZnO/CuO. Изучены фотокаталитическая активность, морфология, структурные и фотолюминесцентные свойства синтезированных образцов. Согласно результатам исследования электронной микроскопии, морфология полученных композитов ZnO/CuO представляет собой тонкие пластины ZnO, погружённые в хлопьевидную структуру CuO. Отмечено, что уменьшение содержания сульфата меди в растворе роста при неизменных остальных параметрах ведёт к незначительному изменению морфологии: хлопьевидных структур CuO становится меньше. Изучение структурных свойств показало, что все исследуемые образцы ZnO/CuO содержат две фазы: ZnO и CuO. Изучено влияние концентрации сульфата меди в структурах ZnO/CuO на их фотокаталитические свойства. Замечено увеличение фотокаталитической активности и уменьшение интенсивности ФЛ в образцах ZnO/CuO с увеличением содержания CuO.

Работа частично выполнена по гранту AP05130243 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] C. G. Tian, Q. Zhang, A. P. Wu, M. J. Jiang, Z. L. Liang, B. J. Jiang and H. G. Fu, Cost-effective large-scale synthesis of ZnO photocatalyst with excellent performance for dye photodegradation, Chem. Commun. 48(23), 2858–2860 (2012).

[2] Y. J. Jang, C. Simer and T. Ohm, Comparison of zinc oxide nanoparticles and its nano-crystalline particles on the photocatalytic degradation of methylene blue, Mater. Res. Bull. 41(1), 67–77 (2006).

[3] J. Kaur, S. Bansal and S. Singha, Photocatalytic degradation of methyl orange using ZnO nanopowders synthesized via thermal decomposition of oxalate precursor method, Physica B 416, 33–38 (2013).

[4] R. Kumar, Girish Kumar and A. Umar, ZnO nanomushrooms for photocatalytic degradation of methyl orange, Mater. Lett. 97, 100–103 (2013).

[5] D. Lutic, C. Coromelci-Pastravanu, I. Cretescu, I. Poulios and C. D. Stan, Photocatalytic treatment of Rhodamine 6G in wastewater using photoactive ZnO, Inter. J. Photoenergy 2012, 47513–8 (2012).

[6] J. G. Yu and X. X. Yu, Hydrothermal synthesis and photocatalytic activity of zinc oxide hollow spheres, Environ. Sci. Technol. 42 (13), 4902–4907 (2008).

[7] Y. X. Wang, X. Y. Li, N. Wang, X. Quan and Y. Y. Chen, Controllable synthesis of ZnO nanoflowers and their morphology-dependent photocatalytic activities, Sep. Purif. Technol. 62(3), 727–732 (2008).

[8] Y. X.Wang, Y. Li, G. Lu, G. H. Chen and Y. Y. Chen, Synthesis and photo-catalytic degradation property of nanostructured-ZnO with different morphology, Mater. Lett. 62(15), 2359–2362 (2008).

[9] R. Georgekutty, M. K. Seery and S. C. Pillai, A highly efficient Ag-ZnO photocatalyst: synthesis, properties, and mechanism, J. Phys. Chem. C 112(35), 13563–13570 (2008).

[10] P. Pawinrat, O. Mekasuwandumrong and J. Panpranot, Synthesis of Au-ZnO and Pt-ZnO nanocomposites by one-step flame spray pyrolysis and its application for photocatalytic degradation of dyes, Catal. Commun. 10(10), 1380–1385 (2009).

[11] Z. Y. Zhan, L. X. Zheng, Y. Z. Pan, G. Z. Sun and L.Li, Self-powered, visible-light photodetector based onthermally reduced graphene oxide–ZnO (rGO–ZnO) hybrid nanostructure, J. Mater. Chem. 22, 2589–2595 (2012).

[12] T. A. Saleh, M. A. Gondal and Q. A. Drmosh, Preparation of a MWCNT/ZnO nanocomposite and its photocatalytic activity for the removal of cyanide from water using a laser, Nanotechnology 21(49), 495705–8(2010).

[13] B. J. Li and H. Q. Cao, ZnO@graphene composite with enhanced performance for the removal of dye from water, J. Mater. Chem. 21, 3346–3349 (2011).

[14] T. Xu, L. Zhang, H. Cheng and Y. F. Zhu, Significantly enhanced photocatalytic performance of ZnO via graphene hybridization and the mechanism study, Appl. Catal. B: Environmental 101(3), 382–387 (2011).

[15] C. Zhang, L. W. Yin, L. Y. Zhang, Y. X. Qi and N. Lun, Preparation and photocatalytic activity of hollow ZnO and ZnO–CuO composite spheres, Mater.Lett. 67(1), 303–307 (2012).

[16] A. Wei, L. Xiong, L. Sun, Y. J. Liu and W. W. Li, CuO nanoparticle modified ZnO nanorods with improved photocatalytic activity, Chin. Phys. Lett. 30(4), 046202–5(2013).

[17] C. Wang, X. M. Wang, B. Q. Xu, J. C. Zhao, B. X. Mai, P. A. Peng, G. Y. Sheng and J. M. Fu, Enhanced photocatalytic performance of nanosized coupled ZnO/SnO2 photocatalysts for methyl orange degradation, J. Photochem. Photobio. A: Chem. 168(1), 47–52 (2004).

[18] G. Li, N. M. Dimitrijevic, L. Chen, T. Rajh and K. A. Gray, Role of surface/interfacial Cu2+ sites in the photocatalytic activity of coupled CuO-TiO2 nanocomposites, J. Phys. Chem. C 112, 19040–19044(2008).

[19] Z. L. Liu, J. C. Deng, J. J. Deng and F. F. Li, Fabrication and photocatalysis of CuO/ZnO nanocomposites via a new method, Mater. Sci. Eng. B 150, 99–104 (2008).

[20] B. X. Li and Y. F. Wang, Facile synthesis and photocatalytic activity of ZnO-CuO nanocomposite, Superlattice. Microst. 47, 615–623 (2010).

[21] J. Wang, X. M. Fana, D. Z. Wu, J. Dai, H. Liu, H. R. Liu and Z. W. Zhou, Fabrication of CuO/T-ZnOw nanocomposites using photo-deposition and their photocatalytic property, Appl. Surf. Sci. 258, 1797–1805 (2011).

[22] J. G. Yu, Y. Hai and M. Jaroniec, Photocatalytic hydrogen production over CuO-modified titania, J. Colloid Interf. Sci. 357(1), 223–228 (2011).

[23] Tongqin Chang, Zijiong Li, Gaoqian Yun, Yong Jia, Hongjun Yang, Enhanced Photocatalytic Activity of ZnO/CuO Nanocomposites Synthesized by Hydrothermal Method, Nano-Micro Lett. 5(3), 163-168 (2013).

[24] S. Jung and K. Yong, "Fabrication of CuO-ZnO nanowires on a stainless steel mesh for highly efficient photocatalytic applications", Chem. Commun. 47, 2643–2645 (2011).

[25] Z. G. Liu, H. W. Bai and D. D. Sun, Hierarchical CuO/ZnO membranes for environmental applications under the irradiation of visible light, Inter. J. Photoenergy 2012, 804840–11 (2012).

[26] Q. J. Xiang, J. G. Yu and P. K. Wong, Quantitative characterization of hydroxyl radicals produced by various photocatalysts, J. Colloid Interf. Sci. 357(1), 163–167 (2011).

Сағадатова Н.Ж., Кедрук Е.Ю., Байгаринова Г.А., Гриценко Л.В., Абдуллин Х.А.

Органикалық қосылыстардың фотоиндуктивті деградациясында қолдану үшін ZNO / CUO нанокомпозиттерінің гидротермиялық синтезі

Түйіндеме. Қарапайым гидротермиялық әдісті қолдану арқылы ZnO / CuO нанокомпозиттері синтезделді, олардың құрылымы мен морфологиясы, фотолюминесценттік қасиеттері, фотокаталитикалық белсенділігі зерттелді. Синтезделген ZnO / CuO үлгілері алтыбұрышты ZnO негізгі фазасын және CuO

моноклинді мыс оксидінің белгілі бір мөлшерін қамтиды. Мыс сульфатының ZnO / CuO құрылымындағы олардың фотокаталитикалық қасиеттеріне әсері зерттелді. Фотокаталитикалық белсенділік CuO құрамының жоғарылауымен жоғарылайды, ал ZnO / CuO үлгілеріндегі PL қарқындылығы төмендейді.

Түйін сөздер: ZnO / CuO нанокомпозиттері, фотокаталитикалық активтілік, фотолюминесценттік қасиеттері.

ХҒТАР. 372.853.(075.8)

S.N. Nurkassymova, A.B. Zhanys
(L.N. Gumilyov Eurasian National University Kazakhstan, Astana,
SauleNurkasim@mail.ru)

USING THE MAPLE PROGRAM FOR SOLVING VIBRATION PROBLEMS

Abstract: V stat'ye rassmatrivayetsya ispol'zovaniye komp'yuternogo modelirovaniya pri reshenii fizicheskikh zadach v VUZe. Privedennyye kratkiye opisaniya algoritmov zadach v programme MAPLE. Opisaniye algoritmov, v osnovnom, nosit obshchiy, oznakomitel'nyy kharakter. Primeneniye programm MAPLE pomogayet uprostit' resheniye slozhnykh fizicheskikh zadach.

Keywords: Modelirovaniye fizicheskikh protsessov, programma MAPLE, postroyeniye grafikov.

С.Н. Нұрқасымова, А.Б. Жаныс
(Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Казахстан, Астана қаласы, SauleNurkasim@mail.ru)

ФИЗИКА ТЕРБЕЛІСТЕР БӨЛІМІНІҢ ЕСЕПТЕРІН MAPLE БАҒДАРЛАМАСЫНДА ШЕШУ МЫСАЛДАРЫ

Андатпа: Мақалада компьютерлік модельдеуді жоғарғы оқу орындарында физика есептерін шешуде MAPLE программасының алгоритмі, бағдарламаға қысқаша түсініктеме берілген. Сонымен қатар MAPLE бағдарламасын физикалық процесстерде қолдану, екі, үш өлшемді графиктер тұрғызу және анықталған интеграл арқылы физика есептерін шығару.

Кілтті сөздер: Физикалық есептерін компьютерде модельдеу, MAPLE программасы, физика есептерінде MAPLE бағдарламасында модельдеу

Қазақстан Республикасының Президенті Нұрсұлтан Назарбаевтың «Болашақтың іргесін бірге қалаймыз» атты Қазақстан халқына Жолдауында «Біз білім беруді жаңғыртуды одан әрі жалғастыруға тиіспіз. Бүгінде мектептерді компьютерлендіру толықтай аяқталды. Орта білім берудің 12 жылдық моделі енгізілуде. «Өмір бойы білім алу» әрбір қазақстандықтың жеке кредосына айналуы тиіс» делінген. [1]

Модельдеу – физиканы оқыту әдістерінің бірі. Кейбір физикалық заттың (құбылыстың, процестің) эксперимент арқылы анықталған қасиеттеріне оқушылардың сенімін арттыру үшін материалдық және идеал модельдер жасалады. Оқыту жұмысын жақсатру үшін физикалық құбылыстардық, процестің және техникалық объектілердің (заттардың) модельдері жасалады. Ал педагогикалық мақсатта пайдаланылатын идеал модельдер әдетте, ғылымнан алынады.

MAPLE компьютерлік бағдарламасы түрлі қиындықтағы аналитикалық және сандық есептеулерді орындауға арналған. Ол Канаданың Ватерлоо университетіндегі The Symbolic Computation Group зерттеу тобы тарапынан жаратылған. Бұл топ өткен ғасырдың 80-ші жылдарында ұйымдастырылған болып, содан бері компьютерлік алгебра мәселелерімен айналысып келеді. Қазіргі кезде MAPLE бағдарламасы күрделі алгебралық түрлендірулер мен ықшамдауларды орындау, туынды мен интегралдарды аналитикалық есептеу, теңдеулер және олардың жүйелері мен дифференциалдық теңдеулерді аналитикалық шешу, және т.б. көптеген есептеулерді орындай алады.

MAPLE бағдарламасы сызықтық алгебра, аналитикалық геометрия, ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика, сандар теориясы, сандық аппроксимация, сызықтық оптимизация, қаржылық математика, т.б. мәселелерін шешу мүмкіндіктері бар. Сондай-ақ MAPLE бағдарламасы арқылы күрделі функцияның графигін немесе үш өлшемді беттің кескінін тұрғызуға болады. Интуитивтік - айқын және қарапайым MAPLE тілі есептердің шешімін (есептердің шешу жолын) программалауға мүмкіндік береді. Кейде MAPLE бағдарламасы өзі шешімдерді құралған немесе библиотекалық функциялар түрінде көрсетеді [2].

Негізінде өздерінің есептерін шешу үшін MAPLE бағдарламасы тек математика саласына тиісті мамандар ғана емес, сонымен бірге басқа да саладағы мамандар қолдана береді. Ең бастысы олар өздерінің зерттеулерінде қолданылатын математикалық модел туралы түсінігі болса болғаны. Айта кетер болсақ, жеткілікті кең түрде MAPLE бағдарламасы тек математикалық пәндерде ғана емес, сонымен бірге техникалық пәндерде де қолданылады. Мысалы, оны механиканың түрлі саласын оқытуда тиімді пайдалануға болады. Классикалық теориялық механикадан бастап құрылыс механикасы, квант механикасы, т.б. қолдануға болады.

Физика тербелістер бөлімінің есептерін MAPLE бағдарламасында шешу мысалдарын қарастырамыз:

№1 есеп

Массасы m=5 г материалдық нүкте ν=0,5 Гц жиілікпен гармоникалық тербеліс жасайды [16]. Егер тербеліс амплитдасы 3см-ге тең болса, онда: 1) нүктенің ығысуы x=1,5 см болған уақыт мезетіндегі υ жылдамдығын; 2) нүктеге әсер ететін F_{max} максимал күшті; 3) толық энергиясын E қалай анықтауға болады?

Шешуі:

Гормоникалық тербеліс теңдеуінің жалпы түрі:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \tag{1}$$

Жылдамдықты табу үшін x-тен бірінші ретті туынды аламыз:

$$> x := A\cos(\omega t + \varphi);$$

$$A\cos(\omega t + \varphi)$$

$$> \vartheta := diff(x, t)$$

$$v = -A\sin(\omega t + \varphi)\omega \tag{2}$$

1. Жылдамдықты ығысу арқылы өрнектеу үшін (1) мен (2) формулалардан уақытты алып тастау керек. Ол үшін екі теңдеуді де квадраттаймыз, содан соң біріншісін A^2, екіншісін $A^2\omega^2$ бөлеміз:

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{A^2\omega^2} = 1$$

немесе

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{4A^2\pi^2v^2} = 1$$

Maple бағдарламасын қолдана отырып соңғы теңдеуді *v* айнымалыға қатысты шешеміз:

```
> restart
> eq1 := x^2/A^2 + v^2/(A^2 * ω^2) = 1;
```

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{A^2\omega^2} = 1$$

> $\omega := 2 \cdot \pi \cdot \nu;$

$$2 \cdot \pi \cdot \nu$$

> $eq1;$

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{4A^2\pi^2\nu^2} = 1$$

>*v:=solve(eq1,v);*

$$2\sqrt{A^2\pi^2 - x^2\pi^2}v, -2\sqrt{A^2\pi^2 - x^2\pi^2}v$$

>*vl=v[l];*

$$v1 = 2\sqrt{A^2\pi^2 - x^2\pi^2}v$$

>*v2=v[2];*

$$v2 = -2\sqrt{A^2\pi^2 - x^2\pi^2}v$$

>*v1=simplify(v[l])*

$$v1 = 2\pi\sqrt{A^2 - x^2}$$

>*v2=simplify(v[2])*

$$v2 = -2\pi\sqrt{A^2 - x^2}$$

Осымен,

$$\vartheta = \pm 2\pi\nu\sqrt{A^2 - x^2}$$

Осы формула арқылы жылдамдықтың мәнін есептейміз:

> $\nu := 0.5$

$$0.5$$

> $A := 0.03$

$$0.03$$

> $x := 0.015$

$$0.015$$

> $evafl(\nu[1])$

$$0{,}08162097142$$

Яғни жылдамдық 0,082 м/с тең.

2. Нүктеге әсер етуші күшті Ньютонның екінші заңы бойынша табамыз:

$$F=ma \qquad (3)$$

a -нүктенің үдеуі, оны жылдамдықтан туынды ала отырып анықтаймыз:

>*restart*

$$A\cos(\omega t + \varphi)$$

>*x:=*

$$Acos(\omega t + \varphi)$$

>*v:=diff(x,t);*

$$-Asin(\omega t + \varphi)\,\omega$$

>*a:=diff(v,t);*

$$-Acos(\omega t + \varphi)\omega^2$$

>*F:=m·a;*

$$-mAcos(\omega t + \varphi)\omega^2$$

>*ω:=2·π·ν;*

$$2\pi\nu$$

>*F*

$$-4mAcos(2\pi\nu t + \varphi)\pi^2\nu^2$$

> $F_{max} = -4 \cdot m \cdot A \cdot \pi^2 \cdot \nu^2$

$$-4mA\pi^2\nu^2$$

>m:=0.005

$$0.005$$

>A:=0.03;

0.03

>ν:=0.5

0.5

>evalf(F_{max})

-0,001480440661

Күштің максимал мәні F_{max}=1,49мН – ға тең.

3. Тербелістегі нүктенің толық энергиясы кез келген уақытта кинетикалық энергия және потенциалық энергиялардың қосындысымен есептеледі. Толық энергияны мына формуламен есептейміз:

$$E = T_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2.$$

ν=-Aωsin(ωt+φ) болғандықтан, v_{max}=Aω. ω=2πν ескере отырып, v_{max}=2πνA. Maple бойынша:

>m:=0.005

0.005

>A:=0.03;

0.03

>ν:=0.5

0.5

>vmax:=2*π*ν*A

0.030π

$> E := \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vartheta_{max}^2$

$0{,}00000225000000\pi^2$

$> evalf(E)$

$22{,}21 \times 10^{-6}$

Сонымен толық энергия E=22,21 мкДж. Соңғы қатардағы MAPLE *evalf(E)*, командасының шешімі бізге ыңғайлы түрге келтірілген. Бұл MAPLE бастапқы менюсіндегі 'Format' арқылы орындалады.

Білім берудің маңызды шарты – оқу процесінде студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттыру, өздігінен білім алуға құштарлығын дамыту. Физиканы оқытудың мақсаты, ол бір ғана оқытудың міндетті нәтижесіне жету емес, сонымен қатар физика пәнінен әрбір студенттің біліктілігі мен мүмкіндігін дамытатындай жағдай жасау екенін айта кету керек. Оқуға қызықтырудың басты элементтерінің бірі – нәтижеге жетуге ынталандыру.

Қорыта келгенде компьютерлік модельдеу программаларын меңгерген студенттер компьютерлік модельдеудің жаңа әдісімен танысып қана қоймайды, келешекте олардың ғылым саласында шығармашылықпен жұмыс істеуіне жол ашылады, мүмкіндік туады. Компьютерлік технологияны қолдану тек оқып үйренуге қажетті мысалдарды қарастырумен шектелмейді, нақты практикалық мәні бар есептерді шешуге мүмкіндік береді. MAPLE жүйесі негізгі физикалық заңдарды, құбылыстарды нақты көзбен көргендей етіп көрсетеді, бұл студенттің материалды толық меңгеруіне жәрдемдеседі

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] http://www.akorda.kz/

[2] Нұрқасымова С.Н., Ашуров Ә.Е. Физиканы оқытудың компьютерлік әдістері – 2017, Астана

[3] Х. Вычисления, визуализация, программирование. М, КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. –с.332.

[4] Матросов А. Maple 6. Решение задач высшей математике и механики. – Санкт-Петербург.: БХВ – Петербург, 2001.

[5] Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М., 2003.

[6] Иродов И.Е. Задачник по физике. – М., 2005.

Нұрқасымова С.Н., Жаныс А.Б.
Использование программы maple при решении задач по колебательному процессу
Резюме: В статье рассматривается использование компьютерного моделирования при решении физических задач в ВУЗе. Приведены краткие описания алгоритмов задач в программе MAPLE. Описание алгоритмов, в основном, носит общий, ознакомительный характер. Применение программы MAPLE позволяет облегчить решение сложных физических задач.
Ключевые слова: Моделирование физических процессов, программа MAPLE, построение графиков.

УДК524.832

N. K. Amangeldi[1], A. B. Altaybayeva, O.V. Razina[2], P. Yu. Tsyba[3], B. Meirbekov
(L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
E-mail: [1]nunione26@gmail.com, [2]olvikraz@mail.ru, [3]pyotrtsyba@gmail.com)

STATIC SPHERICALLY SYMMETRIC SOLUTIONS FOR A SUBCLASS OF HORNDESKI MODELS

Abstract. In this article, we will find some exact spherically symmetric solutions in the subclass of the Horndeski gravity and analyze them. Found the parameters of the slow roll $\varepsilon(\phi)$ and $\eta(\phi)$. For the canonical slow rolling of the scalar field, we found the spectral index of perturbations of the curvature n_s and the scalar tensor relation r_s. We plotted the graphs of the dependence on the coordinate r.

Key words: Horndeski gravity, equation of motion, SSS solution, slow roll, scalar field

Introduction. Evidence that our Universe has eperienced a period of strong accelerated expansion after the Big Bang and the dark energy problem may indicate that our Universe is explained by the theory of gravity, which differs from the General Theory of Relativity. Einstein's theory can be changed in several ways. Einstein's theory can be changed there are a number of measurements different from four vector fields, except the metric tensor, or by applying some combinations of curvature invariants inside a gravitational action. If, on the one hand, the introduction of new degrees of freedom into the theory allows us to reproduce a huge variety of cosmological scenarios, on the other hand, the field equations are at risk to become very involved and may have a higher derivative. This fact brings to several consequences. Moreover, despite the fact that the motives for alternative theories are mainly cosmological, one cannot ignore the effects of a GR modification on a local scale. In particular, the problem of finding spherical solutions other than the Schwarzschild metric is a difficult task, since for a simplified model of a modified gravity, the equations of motion are much more complicated than those of GR. These solutions may demonstrate new features missing from the GR and the GR formalism may need new wording.

On the other hand, modified theories of gravity, where the field equations are on the second order as in GR deserves great interest. For example, the most common models built with the metric tensor and gives second-order differential equations in an arbitrary number Spatio-temporal measurements are known as Lochlock's theories.

In 1971, Horndeski found a general class of scalar-tensor gravity models where the equations of motion appear in the second order. Lagrangian Horndeski is rather complicated and contains the connection of the scalar field with several curvature invariants and in recent years has been investigated in many papers in the context of early inflation [1, 2].

We use units of $\kappa_B = c = \hbar = 1$ and set Planck Mass as $\frac{8\pi}{M_{Pl}^2} = 1$ [3].

The most common scalar-tensor gravitational models, in which the equations of motion are of the second order, as in GR [4, 5], belong to the class of theories of gravitation by Hornedeski [6,7], whose action is determined by,

$$I = \int d^4x\sqrt{-g}[\frac{R}{2} + \mathrm{L}_H], \mathrm{L}_H = \sum_{i=1}^{5}\mathrm{L}_i, \quad (1)$$

with

$$
\begin{aligned}
\mathrm{L}_2 &= P(\phi, X),\\
\mathrm{L}_3 &= -G_3(\phi, X)\mathrm{W}\phi,\\
\mathrm{L}_4 &= G_4(\phi, X)R + G_{4,X}[(\mathrm{W}\phi)^2 - (\nabla_\mu\nabla_\nu\phi)(\nabla^\mu\nabla^\nu\phi)],\\
\mathrm{L}_5 &= G_5(\phi, X)G_{\mu\nu}(\nabla^\mu\nabla^\nu\phi) - \frac{1}{6}G_{5,X}[(\mathrm{W}\phi)^3 -\\
&\quad -3(\mathrm{W}\phi)(\nabla_\mu\nabla_\nu\phi)(\nabla^\mu\nabla^\nu\phi) + 2(\nabla^\mu\nabla_{\beta\phi})(\nabla^\beta\nabla_{\mu\phi})].
\end{aligned}
\tag{2}
$$

In our article we will consider the case $G_4(\phi, X) \propto \sqrt{|X|}$, namely

$$
I = \int dx^4\sqrt{-g}[\frac{R}{2} + P(\phi, X) + \alpha\sqrt{|X|}R + \frac{\alpha}{2\sqrt{|X|}}(\frac{|X|}{X})[(\mathrm{W}\phi)^2 - (\nabla_\mu\nabla_\nu\phi)(\nabla^\mu\nabla^\nu)]], \tag{3}
$$

which corresponds to

$$
G_4(\phi, X) = \alpha\sqrt{|X|}, \quad G_3(\phi, X) = G_5(\phi, X) = 0, \tag{4}
$$

where α is a constant.

A general spherically symmetric static solution is described by the metric

$$
ds^2 = -A(r)dt^2 + \frac{dr^2}{B(r)} + r^2(d\theta^2 + sin^2\theta d\phi^2), \tag{5}
$$

where $A(r)$ and $B(r)$ are functions of the radial coordinate r. As a consequence, $\phi \equiv \phi(r)$ and $X \equiv X(r)$ such that

$$
X = -B(r)\frac{\phi^2}{2}, \tag{6}
$$

where the prime index denotes the derivative with respect to r and the field is real, namely $0 < \phi'^2$ [8].

We can write the type of the covariant components of the metric tensor $g_{\mu\nu}$ as follows

$$
g_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} -A(r) & 0 & 0 & 0\\ 0 & \frac{1}{B(r)} & 0 & 0\\ 0 & 0 & r^2 & 0\\ 0 & 0 & 0 & r^2\sin^2\theta \end{pmatrix}. \tag{7}
$$

Covariant components of the metric tensor $g_{\mu\nu}$ correspond to countervariant components by the formula

$$
g^{\mu\nu} = \frac{\Delta_{\mu\nu}}{g}, \tag{8}
$$

where $g = \| g_{\mu\nu} \|$ and $\Delta_{\mu\nu}$ - algebraic complement of the corresponding matrix element.

The contravariant metric tensor $g^{\mu\nu}$ is

$$
g^{\mu\nu} = \begin{pmatrix} -A^{-1}(r) & 0 & 0 & 0\\ 0 & B(r) & 0 & 0\\ 0 & 0 & r^{-2} & 0\\ 0 & 0 & 0 & r^{-2}\sin^{-2}\theta \end{pmatrix}. \tag{9}
$$

Using

$$R = g^{ik} R_{ik} \tag{10}$$

we calculate the scalar curvature of space. Finally, we get the following expression

$$R = -\frac{A'B'}{2A} - \frac{A''B}{A} - \frac{2A'B}{Ar} + \frac{A'^2 B}{2A^2} - \frac{2B'}{r} - \frac{2B}{r^2} + \frac{2}{r^2}. \tag{11}$$

The Equations of motion (EOMs) are derived from the action, whose on-shell form for the metric (5) is given by

$$\begin{aligned} I = \quad & \int dx^4 [\frac{1}{4A(r)^2}\sqrt{\frac{A(r)}{B(r)}}(r^2 B(r)A'(r)^2(\sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)}\phi'(r)+1) - \\ & -rA(r)(2\sqrt{2}\alpha r\sqrt{B(r)}A'(r)B'(r)\phi'(r) + rA'(r)B'(r) + \\ & +2\sqrt{2}\alpha B(r)^{\frac{3}{2}}(rA''(r)\phi'(r) + A'(r)(r\phi''(r)+4\phi'(r))) + 2B(r)(rA''(r)+2A'(r))) - \\ & -4A(r)^2(\sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)}(2rB'(r)-1)\phi'(r) + rB'(r) + 2\sqrt{2}\alpha B(r)^{\frac{3}{2}}(r\phi''(r)+\phi'(r)) + \\ & +B(r) - P(\phi, X)r^2 - 1))]. \end{aligned} \tag{12}$$

After integration by parts, we are able to recast the Lagrangian in a standard form where only the first derivatives of the metric appear, namely,

$$I = \int dx^4 \sqrt{\frac{A(r)}{B(r)}}(1 + B(r) + B(r)r(\frac{A'(r)}{A(r)}) + \sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)\phi'(r)^2} + r^2 P(\phi, X)) + I_B. \tag{13}$$

Here, the boundary term [9] is given by

$$I_B = -\sqrt{\frac{A(r)}{B(r)}}(\frac{1}{2} + \frac{\alpha\sqrt{B(r)\phi'(r)^2}}{\sqrt{2}})(4B(r)r + \frac{A'(r)B(r)r^2}{A(r)})\Big|_{\partial_M}. \tag{14}$$

The variations with respect to the metric functions $A(r)$ [10,11],

$$1 - B(r) - B'(r)r + \sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)\phi'^2} = -r^2 P(\phi, X). \tag{15}$$

We also got a variation with respect to the metric function $B(r)$

$$-1 + B(r)(1 + r\frac{A'(r)}{A(r)}) = r^2 P(\phi, X) + r^2 P_X(\phi, X)\phi'^2 B(r). \tag{16}$$

Moreover, the variation with respect to the field reads

$$\begin{aligned} & P_\phi(\phi, X) + \frac{2B(r)}{r}\phi' P_X(\phi, X) + \frac{B'(r)\phi'}{2} P_X(\phi, X) + B(r)\phi'' P_X(\phi, X) + \\ & + \frac{A'(r)}{2A(r)\phi'}[-\frac{\alpha\sqrt{2B(r)\phi'^2}}{r^2} + B(r)\phi'^2 P_X(\phi, X)] + B(r)\phi'^2 P_{X\phi}(\phi, X) - \\ & -\frac{1}{2}B(r)B'(r)\phi'^3 P_{XX}(\phi, X) - B^2(r)\phi'^2\phi'' P_{XX}(\phi, X) = 0. \end{aligned} \tag{17}$$

We will consider the case [12]

$$P(\phi, X) \Rightarrow P(\phi). \tag{18}$$

And we get the following variations

$$1 - B(r) - B'(r)r + \sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)\phi'^2} = -r^2 P(\phi). \tag{19}$$

$$-1 + B(r)(1 + r\frac{A'(r)}{A(r)}) = r^2 P(\phi). \tag{20}$$

And

$$P_\phi(\phi) - \frac{A'(r)\alpha\sqrt{2B(r)\phi'^2}}{2A(r)\phi' r^2} = 0. \tag{21}$$

Example 1. We will consider a special case, where

$$P(\phi) = V(\phi) = \phi, B(r) = r^2. \tag{22}$$

Thus, Eqs. (19), (20) and (21) reads

$$1 - 3r^2 + \sqrt{2}\alpha r\phi' = -r^2\phi. \tag{23}$$

$$-\frac{1}{r^2} + 1 + \frac{A'(r)}{A(r)} = \phi. \tag{24}$$

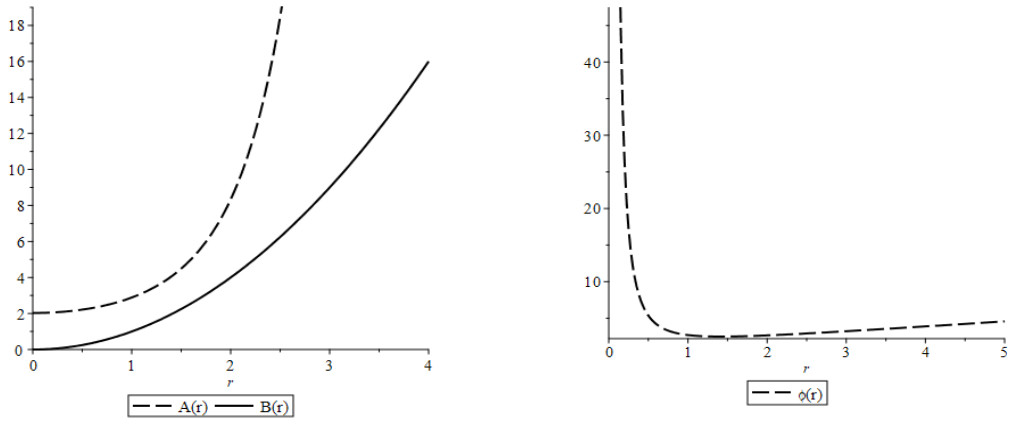
$$\frac{A'(r)\alpha}{\sqrt{2}A(r)r} = 1. \tag{25}$$

From Eq. (25) we have

$$A(r) = \exp[\frac{\sqrt{2}}{\alpha}(\frac{r^2}{2} + A_0)]. \tag{26}$$

And also from Eq. (24) we get the following solution for ϕ

$$\phi = 1 + \frac{1}{r^2} + \frac{\sqrt{2}r}{\alpha}. \tag{27}$$



a) b)

Fig. 1. Graphs of the functions $A(r)$, $B(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r, where $\alpha = 1$

In Fig. 1, we can see the dependence of functions $A(r)$, $B(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r. As we can see in Fig. 1 (b), the scalar field slowly rolls down at $r \to \infty$.

Now let's define the parameters of the slow roll as follows

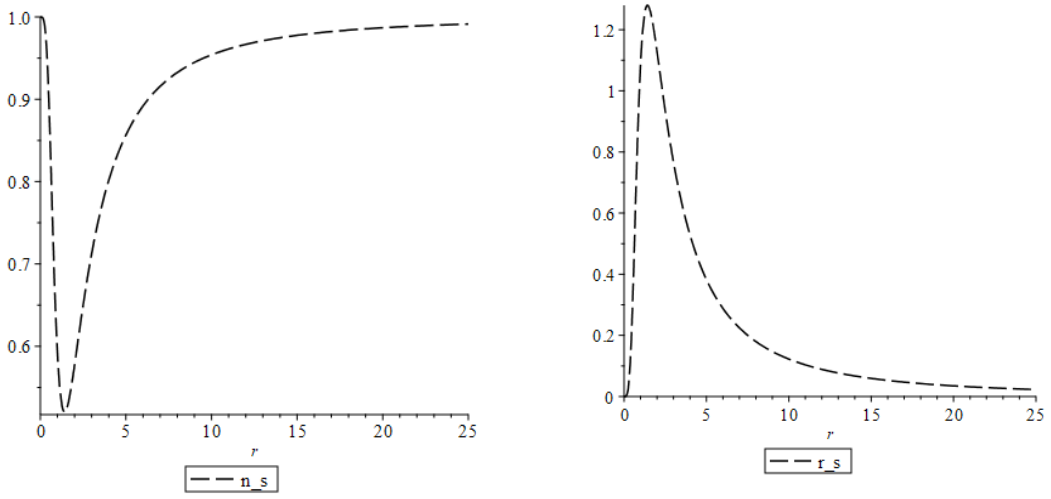
$$\varepsilon(\phi) = \frac{1}{2}\left(\frac{V'}{V}\right)^2, \eta(\phi) = \frac{V''}{V}, \tag{28}$$

where the first determines the slope of the potential and the second is curvature. For the emergence and continuation of the inflationary stage, it is necessary that these parameters be in the region

$$\varepsilon(\phi) << 1, \tag{29}$$

$$|\eta(\phi)| << 1. \tag{30}$$

It should be noted that η does not have to be small for inflation to take place. Inflation occurs when condition (29) is satisfied, regardless of the value of η. Compliance with conditions (29) and (30) means that the change in ε in the area under consideration is extremely small. When the parameters of the slow rolling take the values $\varepsilon(\phi) \approx 1$ and $\eta(\phi) \approx 1$, then there is a way out of the inflationary stage [13].



a) b)

Fig. 2. Graphs of the parameters n_s and r_s on the radial coordinate r, where $\alpha = 2$

Finally, for the canonical slowly rolling field, the spectral index of perturbations of the n_s curvature and the scalar-tensor relation r_s can be determined using the parameters of slow rolling

$$n_s \cong 1 - 6\varepsilon + 2\eta, \tag{31}$$

$$r_s \cong 16\varepsilon. \tag{32}$$

For the Example 1, we get from Eq. (28)

$$\varepsilon(\phi) = \frac{1}{2\phi^2}, \eta(\phi) = 0. \tag{33}$$

And from equations (31) and (32) taking into account (27) and (33) we get the following results for n_s and r_s

$$n_s = 1 - \frac{3}{\left(1 + \frac{1}{r^2} + \frac{\sqrt{2}r}{2}\right)^2}, \tag{34}$$

$$r_s = \frac{8}{\left(1 + \frac{1}{r^2} + \frac{\sqrt{2}r}{2}\right)^2}. \tag{35}$$

Now let's build a graph of the dependence of these parameters on the radial coordinate r

In Fig. 2 shows the dependence of the parametres n_s and r_s on the radial coordinate.

Example 2. Let us taking the non-canonical form [2]

$$P(\phi, X) = \sqrt{|X|}. \tag{36}$$

Equations (15), (16) yield

$$2 - 2B(r) - 2rB'(r) + 2\alpha\sqrt{2B(r)\phi'^2} + r^2\sqrt{2B(r)\phi'^2} = 0, \tag{37}$$

$$-1 + B(r) + \frac{B(r)rA'(r)}{A(r)} = 0, \tag{38}$$

with the implicit solutions

$$2 - 2B(r) - 2rB'(r) + \sqrt{2B(r)\phi'^2}(2\alpha + r^2) = 0,$$

$$2B(r)\phi'^2 = \frac{(2B(r) + 2rB' - 2)^2}{(2\alpha + r^2)^2},$$

$$\phi' = \frac{\sqrt{2}(-1 + B(r) + rB'(r))}{\sqrt{B(r)(4\alpha^2 + 4\alpha r^2 + r^4)}}, \tag{39}$$

$$A = A_0 \exp\int \frac{1 - B(r)}{B(r)r}\, dr. \tag{40}$$

Here, A_0 must be a positive constant and will be fixed as $A_0 = 1$. If we plug the expressions above in (17), we obtain

$$-2\alpha - r^2 + (2\alpha - 3r^2)B(r) = 0, \tag{41}$$

which leads to

$$B(r) = \frac{2\alpha + r^2}{2\alpha - 3r^2}, \tag{42}$$

such that

$$A(r) = \frac{1}{(2\alpha + r^2)^2}, \tag{43}$$

$$\phi(r) = \pm\int \frac{12\sqrt{2}r^2(2\alpha - r^2)}{\sqrt{\frac{(r^2+2\alpha)^3}{-3r^2+2\alpha}}(3r^2-2\alpha)^2}dr. \tag{44}$$

In Fig. 3 shows the dependence of the functions $A(r)$, $B(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate.

Example 3. Let consider the case where

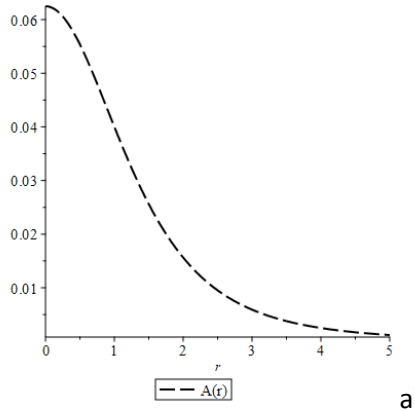
$$\begin{aligned} P(\phi) &= V(\phi) = \phi^2, \\ B(r) &= e^r. \end{aligned} \tag{45}$$

Equations (19), (20), (21) yield

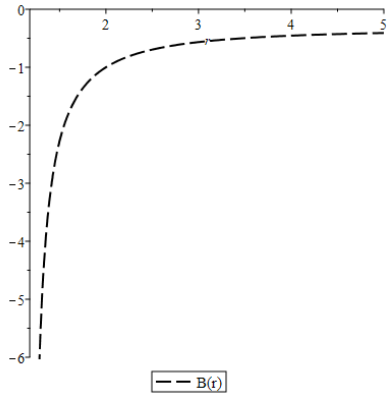
$$1 - e^r + e^r r + \sqrt{2}\alpha\sqrt{e^r\phi'(r)^2} = -r^2\phi(r)^2, \tag{46}$$

$$-1 + e^r\left(1 + r\frac{A'(r)}{A(r)}\right) = r^2\phi(r)^2, \tag{47}$$

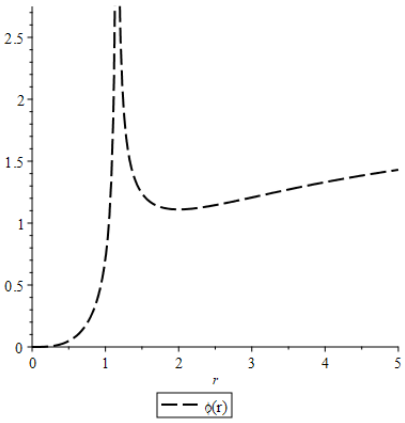
$$\frac{A'(r)}{A(r)}\frac{\alpha\sqrt{2e^r}}{2r^2} = 2\phi(r). \tag{48}$$



a)



b)



c)

Fig. 3. Graphs of the functions $A(r)$, $B(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r, where $\alpha = 2$

From (48) obtain

$$A(r) = A_0 e^{\int \frac{2\phi(r)\sqrt{2}r^2}{\alpha\sqrt{e^r}}}. \tag{49}$$

And from (47) we found

$$\phi(r) = \frac{e^r\sqrt{2}r^2 + \sqrt{(2r^4 - \alpha^2)e^{2r} - e^r\alpha^2}}{\alpha\sqrt{e^r}\,r}. \tag{50}$$

Finally we calculate expression for $A(r)$

$$A(r) = A_0 e^{\frac{2\sqrt{2}}{\alpha^2}\int (r(\sqrt{2}r^2 + \sqrt{(2r^4-\alpha^2)e^{2r} - e^r\alpha^2}))dr}. \tag{51}$$

In Fig. 4, we can see the dependence of functions $A(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r. As we can see in Fig. 4(a) the scalar field slowly rolls down at $r \to \infty$.

For the Example 3, we get from Eq. (28)

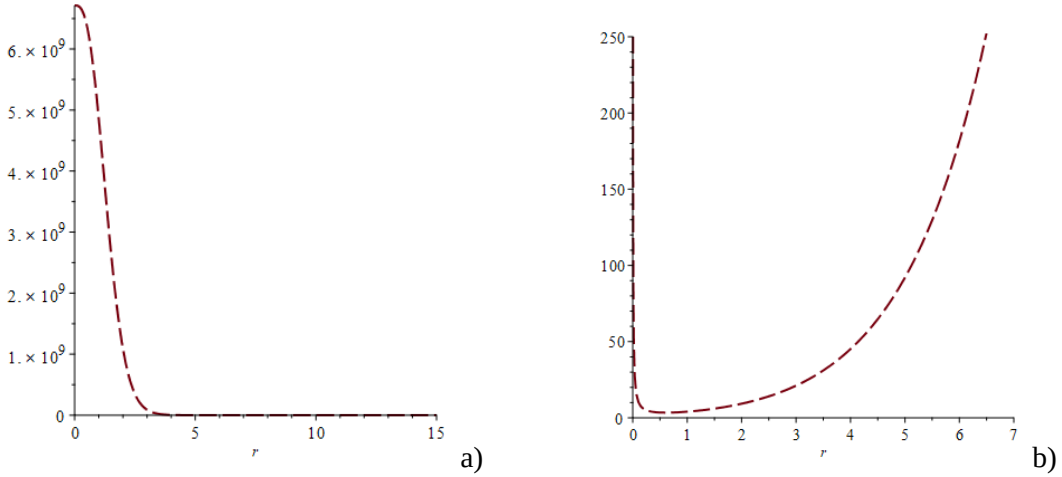
$$\varepsilon(\phi) = \frac{2}{\phi^2}, \eta(\phi) = \frac{2}{\phi^2}. \tag{52}$$

And from Eq. (31) and (32) taking into account (50) and (52) we get the following results for n_s and r_s

$$n_s = 1 - \frac{8}{\phi^2}, \tag{53}$$

$$r_s = \frac{32}{\phi^2}. \tag{54}$$

Now let's build a graph of the dependence of these parameters on the radial coordinate r

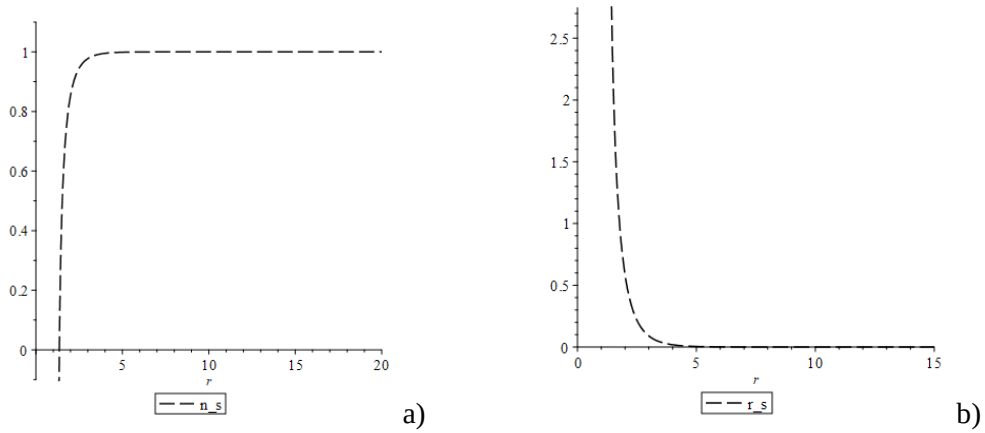


a) b)

Fig. 4. Graphs of the functions $A(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r, where $\alpha = 2$

In Fig. 5 shows the dependence of the parametres n_s and r_s on the radial coordinate.

The theory of Hordeski gravity is the most common scalar-tensor theory of gravity with second-order equations, in which there are no instabilities. The theory of Hordeski gravity allows to solve a number of problems of the General Theory of Relativity, for example, the accelerated expansion of the Universe. In our work, we found static spherically symmetric solutions for a subclass of Horndeski models. It has been shown that Horndeski gravity can give correct predictions for the spectra of the rotation curves of galaxies [14,15].



a) b)

Fig. 5. Graphs of the parameters n_s ans r_s on the radial coordinate r, where $\alpha = 2$

Found the parameters of the slow roll $\varepsilon(\phi)$ and $\eta(\phi)$. For the canonical slow rolling of the scalar field, we found the spectral index of perturbations of the curvature n_s and the scalar tensor relation r_s. We plotted the graphs of the dependence on the coordinate r.

REFERENCES

[1] Nojiri S., Odintsov S. Unified cosmic history in modified gravity: from F(R) theory to Lorentz non-invariant models // Physics Reports. – 2011. - V.505. - P.59-144.

[2] Cai Y., Capozziello S., Laurentis M., Saridakis E. f(T) teleparallel gravity and cosmology // Reports on Progress in Physics. – 2016. – V. 79, N10. – P. 106901.

[3] Babichev E., Charmousis C., Lehebel A. Asymptotically flat black holes in Horndeski theory and beyond // JCAP. – 2017. – 1704. - P.10-15.

[4] Criscienzo R. Di., Myrzakulov R., Sebastiani L. Looking for empty topological wormhole spacetimes in F(R)-modified gravity // IOP. – 2013. - №23.

[5] Calzà M., Rinaldi M., Sebastiani L. A special class of solutions in F(R)-gravity // The EPJ. - 2018.

[6] Rabochaya Y., Zerbini S. A note on a mimetic scalar–tensor cosmological model // The EPJ. – 2016. - 76:85.

[7] Sakstein J., Jain B. Implications of the Neutron Star Merger GW170817 for Cosmological Scalar-Tensor Theories // Phys. Rev. Lett. – 2017. – 119. – 251303.

[8] Cisterna A., Erices C. Asymptotically locally AdS and flat black holes in the presence of an electric field in the Horndeski scenario // Phys. Rev. – 2014. - D 89 084038.

[9] Cisterna A., Delsate T., Rinaldi M. Neutron stars in general second order scalar-tensor theory: The case of nonminimal derivative coupling // Phys. Rev. – 2015. - D 92, 044050

[10] Sebastiani L. Static Spherically Symmetric solutions in a subclass of Horndeski theories of gravity // International Journal of Geometric Methods in Modern Physics. – 2018. - №15. - P.5-20.

[11] Padilla A., Sivanesan V. Boundary terms and junction conditions for generalized scalar-tensor theories // Journal of High Energy Physics. – 2012. - №122. - P.3-4.

[12] Maselli A., Silva H., Minamitsuji M., Berti Slowly rotating black hole solutions in Horndeski gravity // Phys. Rev. – 2015. - P.10-14.

[13] Ezquiaga J., Zumalacrregui M. Dark Energy after GW170817: dead ends and the road ahead // Physical Review Letters. – 2017. - №119. - P.7-12

[14] Amangeldi N. K. Dynamics of the expanding Universe in the Horndeski gravity // Gylym jane Bilim-2019. – 2019. - P.2-3.

[15] Carlip S. Black hole thermodynamics // International Journal of Modern Physics. - 2014 - V.23. - №11. - P.3-4.

Амангельды Н.К., Алтайбаева А.Б., Разина О.В., Цыба П.Ю., Меирбеков Б.

Статично-сферические симметричные решения для подкласса моделей хорндески

Резюме. В статье мы нашли некоторые точные сферические симметричные решения в подклассе гравитации Хорндески и анализировали их. Также нашли параметры медленного скатывания $\varepsilon(\phi)$ и $\eta(\phi)$. Для канонического медленного скатывания скалярного поля мы нашли спектральный индекс возмущения кривизны n_s и скалярно-тензорную связь r_s. Построили графики завсимости от радиальной координаты r.

Ключевые слова: Гравитация Хорндески, уравнение движения, статично-сферические симметричные решения, медленное скатывание, скалярное поле

Амангелді Н.Қ., Алтайбаева А.Б., Разина О.В., Цыба П.Ю., Меирбеков Б.

Хорндески мдельдерінің ішкі кластары үшін орнықты-сфералық симметриялық шешімдер

Түйіндеме. Біз бұл статьяда Хорндески гравитациясындағы сфералық симметриялық дәл шешімдерді таптық және анализ жасадық. Сондай-ақ, бұл шешімдер үшін $\varepsilon(\phi)$ және $\eta(\phi)$ әлсіз сырғанау параметрлерін таптық. Скаляр өріс үшін канондық әлсіз сырғанау параметрлері үшін n_s қисықтық ауытқуының спектральды инедексін және r_s скаляр-тензор байланысын есептедік. r радиалды координатаға тәуелді графиктерді тұрғыздық.

Түйін сөздер: Хорндески гравитациясы, қозғалыс теңдеуі, орнықты сфералық симметриялық шешімдер, әлсіз сырғанау, скаляр өрісі

УДК 532.542; 519.688

T.T. Bekibayev, G.I. Ramazanova
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

THE OPTIMIZATION PROBLEM OF OIL TRANSPORTATION BASED ON THEORY OF SETS

Abstract. The article is devoted to optimization of pumping units operation for energy saving of oil pipeline transportation. Optimization criterion is formulated to minimize the operating costs of pumping units. The algorithm for finding the optimal mode of operation of pumping units is constructed using the definition of theory of sets and dynamic programming.

Key words: Optimization criterion, energy saving, oil transportation, dynamic programming

Т.Т. Бекибаев, Г.И. Рамазанова
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: gaukhar.ri@gmail.com)

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВА

Аннотация. Статья посвящена оптимизации работы насосных агрегатов для энергосбережения трубопроводной транспортировки нефти. Сформулирован критерий оптимальности для минимизации затрат работы насосных агрегатов. Алгоритм поиска оптимального режима работы насосных агрегатов построен с использованием определений теории множества и динамического программирования.

Ключевые слова. Критерий оптимальности, энергосбережение, транспортировка нефти, динамическое программирование

Введение. Основными потребителями электроэнергии при перекачке нефти по магистральным нефтепроводам (МН) являются насосные агрегаты (НА) на нефтеперекачивающих станциях (НПС).

Задачи оптимизации режимов работы НА рассмотрены в работах [1-7].

На участке МН могут быть расположены несколько НПС. Регулирование работы магистральных насосных агрегатов (МНА) осуществляется частотно-регулируемыми приводами (ЧРП) или съемными роторами. Такие условия управления МНА на участке МН приводят к сложностям при определении целевой функции [8].

Разработка алгоритма оптимизационных расчетов представляет главную задачу для определения энергосберегающих режимов перекачки. В настоящей работе сформулирован общий критерий оптимальности при управлении МНА с ЧРП и съемными роторами, разработан алгоритм расчета энергосберегающего режима перекачки без промежуточного подогрева нефти.

Постановка задачи. Ищется оптимальная комбинация работающих насосов. При этом некоторые насосы могут работать с ЧРП.

Критерий оптимальности определяется в виде:

$$\sum_{i=1}^{n}\left(z_i\sum_{j=1}^{m_i}c_{ij}N_{ij}^{\text{НА}}(\mathbf{k}_{ij})\right)\to min \qquad (1)$$

где n – количество НПС на участке, m_i – количество насосов на *i*-ой НПС, z_i – стоимость электроэнергии на *i*-ой НПС тг/(кВт·ч); c_{ij} – целочисленная переменная, которая принимает значение 1, если насос в работе, и 0 в противном случае; $N_{ij}^{\text{НА}}$ – потребляемая мощность *j*-го НА *i*-ой НПС (кВт); $\mathbf{k}_{ij}$ – отношение частоты вращения ротора к номинальной для данного насоса.

Критерий (1) рассматривается совместно с условиями безопасной перекачки: удовлетворение карте уставок; безопасная эксплуатация насосов; недопущение самотечного движения нефти; учет дефектов трубопровода.

Для величины любого $\mathbf{k}_{ij}$ справедливо:

$$\mathbf{k}_{ij}^{min}\le\mathbf{k}_{ij}\le 1 \qquad (2)$$

где $\mathbf{k}_{ij}^{min}$ – нижняя граница частоты вращения для любого насоса.

Число одновременно работающих насосов с ЧРП ограничено количеством приводов p на НПС. Число насосов с ЧРП может быть больше, чем количество самих приводов. Поэтому для каждой *i*-ой НПС нужно установить ограничение на число одновременно работающих насосов в режиме ЧРП:

$$\sum_{j=1}^{m_i}c_{ij}\lceil 1-\mathbf{k}_{ij}\rceil\le p_i \qquad (3)$$

где оператор $\lceil\ \rceil$ означает операцию округления в большую сторону.

Перепад давления через группу насосов $\Delta P^{\text{гр}}$ определяется формулой:

$$\Delta P^{\text{гр}}(Q,\mathbf{k})=\begin{cases}0, & c_{\text{раб}}=0\\ \rho g H\left(\dfrac{Q}{c_{\text{раб}}},\mathbf{k}\right), & c_{\text{раб}}>0\end{cases} \qquad (4)$$

где $c_{\text{раб}}$ – число работающих насосов в группе, ρ - плотность прокачиваемой нефти, $H(Q,\mathbf{k})$ – зависимость напора от расхода для любого насоса в группе.

Построим конкретный вид для зависимостей $H(Q,\mathbf{k})$ и $N^{\text{НА}}(Q,\mathbf{k})$.

Для пересчета характеристик работ насоса с ЧРП используются известные формулы подобия [11]:

$$Q^{\text{ЧРП}}/Q=\mathbf{k},\qquad H^{\text{ЧРП}}/H=\mathbf{k}^2,\qquad N^{\text{ЧРП}}/N=\mathbf{k}^3 \qquad (5)$$

где Q,H,N и $Q^{\text{ЧРП}},H^{\text{ЧРП}},N^{\text{ЧРП}}$ – расход, напор и мощность насоса без ЧРП и с ЧРП, соответственно.

Кривые напоров и КПД насосов можно аппроксимировать полиномами третьей степени [9]:

$$H(Q)=C_0^H+C_1^HQ+C_2^HQ^2+C_3^HQ^3,\ \eta(Q)=C_0^\eta+C_1^\eta Q+C_2^\eta Q^2+C_3^\eta Q^3 \qquad 6)$$

где C_0^H,C_1^H,C_2^H,C_3^H и $C_0^\eta,C_1^\eta,C_2^\eta,C_3^\eta$ – коэффициенты аппроксимации напора и КПД насоса, соответственно.

Напорная характеристика насоса при работе с ЧРП:

$$H(Q,\mathbf{k})=C_0^H\mathbf{k}^2+C_1^H\mathbf{k}Q+C_2^HQ^2+\frac{C_3^HQ^3}{\mathbf{k}} \qquad (7)$$

Характеристику КПД насоса при работе с ЧРП можно написать в виде [11]:

$$\eta(Q,\mathbf{k}) = C_0^{\eta} + \frac{C_1^{\eta} Q}{\mathbf{k}} + \frac{C_2^{\eta} Q^2}{\mathbf{k}^2} + \frac{C_3^{\eta} Q^3}{\mathbf{k}^3} \tag{8}$$

Таким образом, мощность насоса имеет вид:

$$N(Q,\mathbf{k}) = \frac{C_0^H \mathbf{k}^5 Q + C_1^H \mathbf{k}^4 Q^2 + C_2^H \mathbf{k}^3 Q^3 + C_3^H \mathbf{k}^2 Q^4}{C_0^{\eta} \mathbf{k}^3 + C_1^{\eta} \mathbf{k}^2 Q + C_2^{\eta} \mathbf{k} Q^2 + C_3^{\eta} Q^3} \rho g \tag{9}$$

Зависимость (9), КПД муфты $\eta_{\text{м}}$ и КПД электродвигателя $\eta_{\text{эл}}$ однозначно определяют потребляемую мощность всего насосного агрегата:

$$N^{\text{НА}}(Q,\mathbf{k}) = \frac{N(Q,\mathbf{k})}{\eta_{\text{м}}\eta_{\text{эл}}} = \frac{N(Q,\mathbf{k})}{\eta_{\text{м}}} + \frac{1-\eta_{\text{эл ном}}}{2\eta_{\text{эл ном}}}\left(N_{\text{эл ном}} + \frac{N^2(Q,\mathbf{k})}{\eta_{\text{м}}^2 N_{\text{эл ном}}}\right) \tag{10}$$

где $N_{\text{эл ном}}, \eta_{\text{эл ном}}$ – номинальные значения мощности и КПД электродвигателя, коэффициент загрузки электродвигателя $k_{\text{з}} = N/(\eta_{\text{м}} N_{\text{эл ном}})$.

Уравнение баланса напоров [9] можно написать в форме давления:

$$P_{\text{нач}} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m_i^{\text{гр}}} \Delta P_{ij}^{\text{гр}} = \sum_{i=1}^{n} \Delta P_i^{\text{РД}} + \sum_{i=1}^{n} \Delta P_i^{\text{уч}} + \Delta P^{\text{п}} + P_{\text{ост}} \tag{11}$$

где $P_{\text{нач}}$ – начальное давление; $m_i^{\text{гр}}$– количество насосных групп на НПС; $\Delta P_{ij}^{\text{гр}}$ – увеличение давления, создаваемый *j*-ой группой насосов *i*-ой НПС; $\Delta P_i^{\text{РД}}$ – потеря давления после регулятора давления (РД); $\Delta P_i^{\text{уч}}$ – потеря давления в трубопроводе с учетом перепада гидростатического давления между *i*-ой и (*i*+1)-ой НПС при расходе Q; $\Delta P^{\text{п}}$ – величина противодавления, создаваемой задвижкой на входе конечной НПС; $P_{\text{ост}}$ – остаточное давление.

Значения перепадов давления через НПС и потери давления через РД являются решением задачи оптимизации.

Следует определить ограничение, накладываемое на решение задачи оптимизации по давлению на входе и выходе НПС. Давление на входе *k*-ой НПС равно P_k^{in}, а на выходе НПС до РД – P_k^{out1} и после РД – P_k^{out2}.

Тогда на основании (11) можно написать:

$$P_k^{in} = P_{\text{нач}} + \sum_{i=1}^{k-1}\sum_{j=1}^{m_i^{\text{гр}}} \Delta P_{ij}^{\text{гр}} - \sum_{i=1}^{k-1} \Delta P_i^{\text{РД}} - \sum_{i=1}^{k-1} \Delta P_i^{\text{уч}} \geq P_k^{in\,min} \tag{12}$$

$$\begin{gathered} P_k^{out1} = P_k^{in} + \sum_{j=1}^{m_k^{\text{гр}}} \Delta P_{kj}^{\text{гр}} \leq P_k^{out1\,max}, \\ P_k^{out2} = P_k^{out\,1} - \Delta P_k^{\text{РД}} \leq P_k^{out2\,max} \end{gathered} \tag{13}$$

где $P_k^{in\,min}$ – минимально допустимое давление на входе *k*-ой НПС, $P_k^{out1\,max}, P_k^{out2\,max}$ – максимально допустимое давление до и после РД на выходе *k*-ой НПС.

Необходимое и достаточное условие вынужденного движения нефти в *i*-ом участке с перевальной точкой:

$$P_i^{out2} - \max\_\Delta P_i^{\text{уч}} > 0 \tag{14}$$

Пусть P_*^{defmax} – максимально допустимое давление в месте дефекта трубы, которое не вызывает ее повреждения/деформацию.

Тогда необходимое условие для учета каждого *j*-ого дефекта имеет вид:

$$P(X_j) \le P_j^{defmax} \tag{15}$$

Каждый насос имеет рабочий диапазон с допустимыми расходами Q^{min},Q^{max}, которые в режиме ЧРП зависят от частоты вращения ротора:

$$Q^{min}(\mathbf{k}) \le Q \le Q^{max}(\mathbf{k}) \tag{16}$$

Условие бескавитационной работы каждой *l*-ой группы насосов и *k*-ой НПС имеет вид:

$$P_{kl}^{in\,gr} = P_k^{in} + \sum_{j=1}^{l-1} \Delta P_{kj}^{\text{гр}} \ge P_{kl}^{\min ingr} \tag{17}$$

В работе насосов также не допускается перегрузка электродвигателя:

$$N^{\text{НА}}(Q,\mathbf{k}) \le k^{\text{пер}} * N^{\text{ном}} \tag{18}$$

где коэффициент перегрузки электродвигателя $k^{\text{пер}} = 1.1$.

Алгоритм поиска оптимального решения. Алгоритм поиска является задачей нелинейного программирования, целевая функция (1) и ограничения (2,3,12-18) – нелинейные функции.

В теории оптимизации широко используется метод Лагранжа для задач нелинейного программирования. В рассматриваемой задаче ограничения, накладываемые на переменные, представляют собой неравенства, поэтому для модификации метода необходимо выполнение условия Каруша - Куна - Таккера [10]. Функции ограничения не являются непрерывно дифференцируемыми, что противоречит обязательным условиям метода Лагранжа.

Нами же предложен подход, основанный на идеях динамического программирования. Задача поиска энергосберегающего режима может быть разбита на множество перекрывающих подзадач с нахождением оптимальной подструктуры. Используя решение задачи для *n* насосов, можно эффективно находить решения для *n+1* насосов. Строится граф состояний работы НА. Каждый узел графа содержит данные о количестве используемых НА и их параметров, понижение давления в РД. Узлы графа соединяются, исходя из напорных характеристик насосов и частот вращения их роторов. Найден переход решения подзадачи к решению общей задачи и доказана корректность подхода.

Объектом каждой подзадачи является функция зависимости затрат потребляемой электроэнергии $S(P)$ от создаваемого перепада давления насоса.

Естественно, что $P \ge 0$. В поиске решения вместо непрерывной функции $S(P)$ используется его дискретный вариант. Значение давления представлено дискретно с достаточно мелким шагом $\varepsilon_P = 0.01$ бар.

Решение задачи хранится в дискретном массиве $Info(P)$, который для каждого значения P содержит список необходимых насосов для создания этого перепада давления. Этот массив имеет частоту вращения, используемые роторы, а также значения потерь давления после РД. Параметры массива для конкретного *P* определяют неизвестные c_{ij} и $\mathbf{k}_{ij}$ насосов в условии (1).

Функция затрат $S(P)$ и массив решений $Info(P)$ для насоса без ЧРП записываются в виде:

$$S(P) = \begin{cases} +\infty, & P \ne P_{\text{нас}} \\ zN^{\text{НА}}(Q), & P = P_{\text{нас}} \end{cases}$$

$$Info(P) = \begin{cases} \emptyset, & P \ne P_{\text{нас}} \\ (\text{номер насоса}), & P = P_{\text{нас}} \end{cases} \tag{19}$$

где z – стоимость электроэнергии (тг/(кВт·ч)), $N^{\text{НА}}$ – потребляемая мощность НА (кВт), Q – расход, который проходит через насос (м^3/ч), $P_{\text{нас}}$ – перепад давления, созданный насосом, который находится как:

$$P_{\text{нас}} = [\rho g H(Q)]$$

где [ ] – округление к ближайшему рациональному числу с шагом ε_P.

Аналогично определяются $S(P)$ и $Info(P)$ для насоса с ЧРП:

$$S(P) = \begin{cases} +\infty, & P \notin [P^{min}, P^{max}] \\ zN^{\text{НА}}(Q, \mathbf{k}), & P \in [P^{min}, P^{max}] \end{cases}$$
$$Info(P) = \begin{cases} \emptyset, & P \notin [P^{min}, P^{max}] \\ (\text{номер насоса}) + \mathbf{k}, & P \in [P^{min}, P^{max}] \end{cases} \quad (20)$$

где P^{min}, P^{max} – минимальный и максимальный перепады давления.

В случае если одновременно параллельно работают r насосов, то их функция затрат $S_r(P)$ определяется как:

$$S_r(P) = \begin{cases} +\infty, & P \neq P_{\text{нас}} \\ z\sum_{i=1}^{r} N_i^{\text{НА}}\left(\frac{Q}{r}\right), & P = P_{\text{нас}} \end{cases} \quad (21)$$

где $P_{\text{нас}}$ – перепад давления, созданный параллельно работающими насосами.

Для параллельно работающих насосов в режиме ЧРП функция $S_r(P)$ и массив $Info_r(P)$ примут вид аналогично выражениям (21).

Для того, чтобы учесть условие рабочей области насоса (18), необходимо изменить функцию затрат по следующему принципу:

$$S(P) = \begin{cases} S(P), & Q^{min}(\mathbf{k}) \le Q \le Q^{max}(\mathbf{k}) \\ +\infty, & \text{иначе} \end{cases} \quad (22)$$

Аналогичным образом корректируется функция затрат, если требуется учесть условие работы электродвигателя насоса без перегрузки (20):

$$S(P) = \begin{cases} S(P), & N^{\text{НА}}(Q, \mathbf{k}) \le k^{\text{пер}} * N^{\text{ном}} \\ +\infty, & \text{иначе} \end{cases} \quad (23)$$

Определение 1. Объединением двух функций S^A и S^B обозначается такая функция $S(P)$, которая имеет для каждого P значение:

$$S(P) = S^A(P) \cup S^B(P) = \min\left(S^A(P), S^B(P)\right) \quad (24)$$

Аналогично, объединением двух массивов $Info^A$ и $Info^B$ обозначается такой массив $Info(P)$, который для каждого P имеет значение:

$$Info(P) = Info^A(P) \cup Info^B(P) = \begin{cases} Info^A(P), S^A(P) \le S^B(P) \\ Info^B(P), S^A(P) > S^B(P) \end{cases}$$

Если насос имеет несколько сменных роторов, то его функция затрат определяется выражением:

$$S(P) = \bigcup_{i=1}^{n} S^{\text{ротор } i}(P) \tag{25}$$

где n – число сменных роторов, $S^{\text{ротор } i}$ – функция затрат насоса, при работе с ротором i.

Аналогично определяется его массив решений $Info(P)$.

Для каждого значения давления, которое может создать группа параллельно работающих насосов, можно найти такую комбинацию насосов, при которой будет минимум затрат. Очевидно, что ответом и решением данной задачи для группы из r насосов будут являться «объединения»:

$$\begin{aligned} S^{\text{гр}} &= \bigcup S_1 \cup \ldots \cup \bigcup S_{r-1} \cup S_r \\ Info^{\text{гр}} &= \bigcup Info_1 \cup \ldots \cup \bigcup Info_{r-1} \cup Info_r \end{aligned} \tag{26}$$

где $\bigcup S_i, \bigcup Info_i$ – «объединения» функции $S(P)$ и массива $Info(P)$ соответственно для всех выборок i насосов из r группы.

Определение 2. Наложением функции S^B на функцию S^A обозначается функция $S(P)$, которая для каждого P имеет значение (для $Info(P)$ аналогично):

$$S(P) = S^A(P) \leftarrow (S^B) = min\left(S^A(P),\ S^A(P - P^*) + S^B(P^*)\right) \tag{27}$$

где величина переменой P^* при конкретном значении P определяется как:

$$P^* = \underset{P^* \in [0,P]}{\operatorname{argmin}}\left(\ S^A(P - P^*) + S^B(P^*)\right) \tag{28}$$

Определение 3. Назовем функцию затрат $S(P)$ оптимальной при каком-либо наборе насосов, если для любого значения ее аргумента P она содержит минимум затрат, который необходим, чтобы создать давления со значением P, используя некоторые насосы из искомого набора.

Оптимальная функция затрат $S_{out}^{\text{ст}}(P)$ и ее массив решений $Info_{out}^{\text{ст}}(P)$ на выходе из станций будут являться «наложением» функций затрат и массивов решений всех имеющихся в станции групп насосов к оптимальной функции $S_{in}^{\text{ст}}(P)$ и ее массиву $Info_{in}^{\text{ст}}(P)$ на входе в станцию:

$$\begin{aligned} S_{out}^{\text{ст}}(P) &= S_{in}^{\text{ст}}(P) \leftarrow \left(S_1^{\text{гр}}\right) \leftarrow \left(S_2^{\text{гр}}\right) \leftarrow \cdots \leftarrow \left(S_m^{\text{гр}}\right) \\ Info_{out}^{\text{ст}}(P) &= Info_{in}^{\text{ст}}(P) \leftarrow \left(Info_1^{\text{гр}}\right) \leftarrow \left(Info_2^{\text{гр}}\right) \leftarrow \cdots \leftarrow \left(Info_m^{\text{гр}}\right) \end{aligned} \tag{29}$$

Ограничение по минимальному подпору на входе в насос или в группу насосов (18) учитывается путем «наложения» (30) групповых функций строго в том порядке, в котором группы располагаются на НПС, а также в операции «наложение» изменяя условие (28) для каждой i - ой группы на:

$$P^* \in [P - P_i^{\min in\, gr}, P] \tag{30}$$

Если НПС имеет несколько схем расположений насосов, то его общая функция затрат на выходе из станции определяется как:

$$S_{out}^{\text{ст}}(P) = \bigcup_{i=1}^{n} S_{out}^{\text{ст,схема } i}(P) \tag{31}$$

где n – число схем расположений насосов на НПС, $S_{out}^{ст,схема\,i}$ – функция затрат на выходе из НПС при схеме i.

Аналогично определяется его массив решений $Info(P)$.

В случае если на НПС количество ЧРП меньше числа насосов, то функция затрат и массив решений для НПС будут иметь дополнительный аргумент v для насосов, работающих с ЧРП. Значение v не должно превышать количество приводов p на НПС.

Тогда для учета ограничения вида (3) «наложение» функции затрат для групп насосов имеет вид (для $Info^{ст}(P,v)$ аналогично):

$$S^{ст}(P,v) = S^{ст}(P,v) \leftarrow (S^{гр}) == min\left(S^{ст}(P,v),\ S^{ст}(P-P^*, v-N(P^*)) + S^{гр}(P^*)\right) \quad (32)$$

где $N(P^*)$ – количество насосов в группе, работающих с ЧРП для создания давления P^*.

Количество работающих насосов в группе можно определить из массива решения группы $Info^{гр}(P^*)$. Работают ли они в режиме с ЧРП, определяется по критерию $\mathbf{k \neq 1}$ для каждого значения $Info^{гр}(P^*)$.

Значение переменой P^* при конкретных величинах P и v определяется как:

$$P^* = \underset{P^* \in [0,P]}{argmin}\left(S^{ст}(P-P^*, v-N(P^*)) + S^{гр}(P^*)\right) \quad (33)$$

При «наложении» по формулам (32) и (33) для каждого v функция затрат будет сохранять свою оптимальность. После «наложений» функций затрат всех групп насосов и их массивов решений нужно перейти к виду с одним аргументом по давлению путем следующего «объединения»:

$$S^{ст}(P) = \bigcup_{v=0}^{p} S^{ст}(P,v) \quad (34)$$

Определение 4. Обрезкой функции $S^{old}(P)$ по давлениям P^A и P^B ($P^A < P^B$) называется такая функция $S^{new}(P)$, которая для каждого P имеет значение:

$$S^{new}(P) = CUT(S^{old}(P), P^A, P^B) = \begin{cases} +\infty, & P \notin [P^A, P^B] \\ S^{old}(P), & P \in [P^A, P^B] \end{cases} \quad (35)$$

Аналогично для массива решений:

$$Info^{new}(P) = CUT(Info^{old}(P), P^A, P^B) = \begin{cases} \text{"нет насосов"}, & P \notin [P^A, P^B] \\ Info^{old}(P), & P \in [P^A, P^B] \end{cases}$$

Учитывая, что перепад давления на участке между двумя НПС при фиксированном значении Q не зависит от давления на выходе из начальной НПС, можно определить минимальное допустимое давление на выходе из НПС, чтобы выполнялось условие по давлению на входе в последующую станцию (12). Очевидно, что значение такого давления для k-ой НПС должно быть не меньше $P_{k+1}^{in\,min} + \Delta P_k^{уч}$, т.е. условие по давлению на входе в станцию, определяется через условие на выходе из предыдущей станции.

Учитывая условие не самотечного движения (14), окончательное условие минимально допустимого давления на выходе из станции ($P_{out}^{min,k}$) имеет вид:

$$P_k^{out2} \geq P_{out}^{min,k} = max\left(P_{k+1}^{in\,min} + \Delta P_k^{уч}, \max\_\Delta P_i^{уч}\right) \quad (36)$$

Учитывая перепад давления на участке и условия по давлению в точках дефекта трубы (16), можно заранее посчитать максимальное давление на выходе из НПС $P^{pipe\,max}$, при котором будут

выполнять условия (15). Тогда окончательное условие для максимально допустимого давления на выходе из НПС (обозначим $P_{out}^{max,k}$) имеет вид:

$$P_k^{out2} \le P_{out}^{max,k} = min\left(P_k^{out2\,max}, P_k^{pipe\,max}\right) \tag{37}$$

Если не учитывать работу РД на станциях, т.е. $\Delta P^{РД} = 0$, то, очевидно, что все условия по давлению учитываются в функций $S(P)$ и массиве $Info(P)$ следующей «обрезкой» (для $Info(P)$ аналогично):

$$S(P) = CUT\left(S(P),\ P_{out}^{min},\ P_{out}^{max}\right) \tag{38}$$

Если же учитывать возможную пользу РД в решении оптимальной задачи, то перед «обрезкой» (35) для учета условия (16) по выходному давлению до РД, необходимо изменить $S(P)$ и $Info(P)$ следующим образом:

$$S(P) = \begin{cases} S(P'), & S(P) > S(P') \\ S(P), & \text{иначе} \end{cases} \tag{39}$$

$$Info(P) = \begin{cases} Info(P') + \text{"понижение на РД на"} + (P' - P), & S(P) > S(P') \\ Info(P), & \text{иначе} \end{cases}$$

где значения P' для конкретного значения P определяется как:

$$P' = \underset{P' \in [P, P_k^{out1\,max}]}{\operatorname{argmin}} (S(P)) \tag{40}$$

Другими словами, эти операции означают, что если большие давление было получено с меньшими затратами, то с помощью РД с теми же затратами можно получить и меньшие давления.

Определение 5. Сдвигом функции $S^{old}(P)$ на величину ΔP называется такая функция $S^{new}(P)$, которая для каждого P имеет значение:

$$S^{new}(P) = SHIFT(S^{old}(P), \Delta P) = S^{old}(P - \Delta P) \tag{41}$$

Тогда переход на следующую станцию (для $Info(P)$ аналогично) имеет вид:

$$S_{in}^{след.ст}(P) = SHIFT\left(S_{out}^{ст}(P),\ \Delta P^{уч}\right) \tag{42}$$

где функция $S_{out}^{ст}(P)$ должна быть «обрезана», $S_{in}^{след.ст}(P)$ – функция затрат на входе следующей станции.

Вышеперечисленные операции необходимо проделать для всех НПС в порядке их расположения на участке МН кроме последней НПС. Алгоритм расчета имеет вид:

$k = 1$

1. Для $i=1$ до m^k рассчитать $S_i^{гр,k}$ по формулам (21) – (28);
2. $S_{out}^{ст,k}(P) = S_{in}^{ст,k}(P) \leftarrow \left(S_1^{гр,k}\right) \leftarrow \left(S_2^{гр,k}\right) \leftarrow \cdots \leftarrow \left(S_{m^k}^{гр,k}\right)$;
3. Расчет $\Delta P_k^{уч}$; (43)
4. $S_{out}^{ст,k}(P) = CUT\left(S_{out}^{ст,k}(P), P^{min}, P^{max}\right)$;
5. $S_{in}^{ст,k+1}(P) = SHIFT\left(S_{out}^{ст,k}(P),\ \Delta P_k^{уч}\right)$;
6. $k = k + 1$. Если $k \ne n + 1$, то перейти в п.1, иначе выход из цикла.

В качестве начальной функции затрат используется функция:

$$S_{in}^{\text{ст},1}(P) = \begin{cases} +\infty, & P \neq P_{\text{нач}} \\ 0, & P = P_{\text{нач}} \end{cases} \quad (44)$$

Начальная функция $S_{in}^{\text{ст},1}(P)$ является простейшей и содержит очевидную нулевую затрату для создания статического подпора из резервуара. Это функция является оптимальной, так как нет варианта более дешевого для создания давления $P_{\text{нач}}$. Поэтому дальнейшие «наложение» к ней функции затрат насосов или групп насосов сохраняет ее оптимальность.

Итак, минимальной суммой затрат при производительности Q будет являться значение функции $S_{in}^{\text{ст},n+1}(P^{\text{отв}})$. Оптимальная комбинация работающих насосов и их режимы работы будут храниться в ячейке массива $Info_{in}^{\text{ст},n+1}(P^{\text{отв}})$.

В настоящем алгоритме наличие ЧРП теперь не является проблемой: ЧРП лишь расширяет область определения функции затрат S(P) и никак не влияет на сложность данного алгоритма. В отличие от генетических алгоритмов, описанный выше подход позволяет получить гарантированно самый оптимальный результат.

Данная работа выполнена за счет средств грантового финансирования КН МОН РК по проекту №AP05130503.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jefferson J.T. Dynamic Mathematical Programming for Power Cost Optimization // IBM Liquid Pipe Lines Computer Workshop. – Chicago, Illinois, 1960.

[2] Jefferson J.T. Shell Pipe Line calls it Dynamic Programing // The Oil and Gas Journal. - 1961. - Vol.59. - P. 102-107.

[3] Голосовкер В.И. Определение экономической эффективности мероприятий по увеличению производительности нефтепровода // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. - 1969. - № 11. - С. 24-26.

[4] Мееров М.В., Фридман В.Г., Щепетков Л.Г. Задача оптимального управления нефтепроводам. - М.: МИНХ и ГП имени И.М. Губкина, 1971. - 37 с.

[5] Вязунов Е.В., Щепетков Л.Г., Голосовкер В.И. Оптимальное управление нефтепроводом и оценка его эффективности // Нефтяное хозяйство. - 1974. - № 5. - С. 17-19.

[6] Туманский А.П. Оптимизация режимов перекачки по магистральным трубопроводам с перекачивающими станциями, оборудованными частотно-регулируемым приводом // Транспорт и хранение нефтепродуктов. - 2005. - №8. - С. 11-14.

[7] Ахмадуллин К.Р. Методы расчета и регулирования режимов работы насосных станций магистральных нефтепродуктопроводов // Нефтяное хозяйство. - 2005. - №3. - С. 100-103.

[8] Шабанов В.А., Бондаренко О.В. Целевые функции и критерии оптимизации перекачки нефти по нефтепроводам при частотно-регулируемом электроприводе магистральных насосов // Нефтегазовое дело. - 2012. - №4. - С. 10-17.

[9] Тугунов П.И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А., Шаммазов А.М. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. - Уфа, 2002. - 658 с.

[10] Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. - М.: Мир, 1967. - 506 с.

Бекібаев Т.Т., Рамазанова Г.І.

Жиынтық теориясына негізделген мұнайды тасымалдауды оңтайландыру есебі

Түйіндеме. Мақала мұнайды құбырмен тасымалдаудағы энергияны үнемдеу үшін сорғы қондырғыларының жұмысын оңтайландыруға арналған. Сорғы қондырғыларының жұмысның шығындарын барынша азайтуға арналған оңтайландыру критерийлері тұжырымдалды. Сорғылардың тиімді жұмыс режимін табу алгоритмі жиынтықтар теориясының анықтамалары және динамикалық бағдарламалаудың негізінде құрылған.

Түйін сөздер: Оңтайландыру критериі, энергия үнемдеу, мұнай тасымалдау, динамикалық бағдарламалау.

УДК524.832

G.A. Akhmetova, O.V. Razina, P.Yu. Tsyba, M. Zhassybayeva
(L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan)

EXACT SOLUTION COSMOLOGICAL MODEL WITH FERMION AND TACHYON FIELDS INTERACTING VIA YUKAWA-TYPE POTENTIAL

Abstract. This article discusses a cosmological model with a fermion and tachyon fields interacting via Yukawa-type potential in four dimensions together with the homogeneous, isotropic and flat Friedmann-Robertson-Walker Universe. A system of equations of motion has been found for this model. Found exact solution for the scale factor *a*. The pressure p in the model under consideration is negative. Found energy density ρ and pressure p, which correspond to the dark energy of the model under consideration. The parameter of the equation of state ω is found. Built graphics for the energy density ρ and pressure p, as well as for the equation of state parameter ω.

Key words: fermion field, tachyon field, Yukawa-type potential, acceleration expansion of the Universe, equation of state parameter, dark energy.

Introduction

Gravitational models with fermion and tachyon fields interacting via Yukawa-type potential make it possible to find new approaches to solving the observed accelerated expansion of the Universe.

Considering fermion fields as gravitational energy sources, several approaches were considered to explain accelerated expansion, the results of which included numerical solutions, exact solutions, anisotropy and isotropy scenarios, and cyclic cosmology [1]-[5]. In particular, it was shown that the fermion field plays the role of dark energy in the late-time universe at a later time and the role of the inflaton in the early period of the Universe.

Recently, great interest has been shown in tachyon models in cosmology. Tachyon models are capable of explaining inflation at early epoch and could contribute to the description of new forms of cosmological dark matter in the later epochs of the evolution of the Universe [6]-[11]. Inflation in the tachyon model was discussed in[12]-[13]. Tachyon dark energy was studied depending on the various forms of this potential [14]-[16].

The Yukawa interaction plays an important role in particle physics. It describes the interaction of the tachyon and fermion fields. Some interactions of Yukawa are described in [17]-[19], and the connection of the potential of the Yukawa type and the accelerated expansion of the Universe in [20].

The metric signature used is $(-,+,+,+)$ and units have been chosen so that $8\pi G = c = \hbar = 1$.

The model

Consider the action in form [21]-[23]

$$S = \int \sqrt{-g}\left[\frac{1}{2}R + \mathcal{L}_D + \mathcal{L}_T + \mathcal{L}_Y\right]d^4x, \tag{1}$$

where R is the curvature scalar.

The dynamics of the spinor field ψ is encoded in the Lagrangian density

$$\mathcal{L}_D = \frac{i}{2}\left[\bar{\psi}\Gamma^\mu D_\mu\psi - \left(D_\mu\psi\right)\Gamma^\mu\psi\right] - V(\bar{\psi}\psi), \tag{2}$$

with $V(\bar{\psi}\psi) = V_2$ denoting the self-interacting potential of the spinor field, which is supposed to be a function of the bilinear $\bar{\psi}\psi$.

The tachyon field ϕ is described by a Lagrangian density

$$\mathcal{L}_T = -V(\phi)\sqrt{1 - \partial_\mu\phi\,\partial^\mu\phi}, \tag{3}$$

where $V(\phi) = V_1$ is the self-interacting potential of the tachyon field.

We assume that the tachyon and the fermion fields interact through a Yukawa-type potential, whose contribution to the total Lagrangian is given by

$$\mathcal{L}_Y = -\lambda\bar{\psi}\phi\psi. \tag{4}$$

Field equation in the Friedmann-Robertson-Walker metric

In this section we shall determine the field equations for a homogeneous and isotropic spatially flat Universe described by the Friedmann-Robertson-Walker metric

$$ds^2 = -dt^2 + a(t)^2(dx^2 + dy^2 + dz^2), \tag{5}$$

where $a(t)$ is scale factor dependent of time t.

Curvature scalar R

$$R = 6\left(\frac{\ddot{a}}{a} + \frac{\dot{a}^2}{a^2}\right). \tag{6}$$

Substituting (2), (3), (4) and (6) in action, our Lagrangian for this model is

$$L = -3\dot{a}^2 a + a^3\frac{i}{2}\left[\bar{\psi}\gamma^0\dot{\psi} - \dot{\bar{\psi}}\gamma^0\psi\right] - a^3V_2 - a^3V_1\sqrt{1-\dot{\phi}^2} - a^3\lambda\bar{\psi}\phi\psi. \tag{7}$$

The complete system of equation of motion is

$$3H^2 = \rho, \tag{8}$$

$$3H^2 + 2\dot{H} = -p, \tag{9}$$

$$\frac{\ddot{\phi}}{1-\dot{\phi}^2} + 3H\dot{\phi} + \frac{V_{1\phi}}{V_1} + \frac{\lambda u}{V_1}\sqrt{1-\dot{\phi}^2} = 0, \tag{10}$$

$$\dot{\psi} + \frac{3}{2}H\psi + iV_{2u}\gamma^0\psi + i\lambda\gamma^0\psi\phi = 0, \tag{11}$$

$$\dot{\bar{\psi}} + \frac{3}{2}H\bar{\psi} - iV_{2u}\bar{\psi}\gamma^0 - i\lambda\bar{\psi}\gamma^0\phi = 0, \tag{12}$$

where (8), (9)- Friedmann equations, (10) - Klein-Gordon equation, (11), (12) - Dirac equations.

The total energy density ρ and the total pressure p are given by

$$\rho = \frac{V_1}{\sqrt{1-\dot{\phi}^2}} + V_2 + \lambda\phi u, \tag{13}$$

$$p = -V_2 + V_{2u}u - V_1\sqrt{1-\dot{\phi}^2}. \tag{14}$$

Cosmological solution

In order to analyze cosmological solutions from the proposed model we have to enter new values for tachyon field ϕ

$$\phi = \phi_0 t^\beta, \tag{15}$$

Value of scale factor a we find from equation (10), using (15)

$$a = a_0\left(\frac{1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)}}{t^{2(\beta-1)}}\right)^{\frac{1}{6}}, \tag{16}$$

$$H = -\frac{\beta-1}{3t(1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)})}, \tag{17}$$

Find the type of bilinear function $u = \bar{\psi}\psi$, for this find the derivative by u

$$\dot{u} = \dot{\bar{\psi}}\psi + \bar{\psi}\dot{\psi}. \tag{18}$$

Substituting values $\dot{\bar{\psi}}$ and $\dot{\psi}$ from the (11), (12) in equation (18), we obtain

$$\dot{u} \quad = -\frac{3}{2}H\bar{\psi}\psi + iV_{2u}\bar{\psi}\gamma^0\psi - \frac{3}{2}H\bar{\psi}\psi - iV_{2u}\bar{\psi}\gamma^0\psi = -3\frac{\dot{a}}{a}u, \tag{19}$$

$$\frac{du}{dt} = -3\frac{u}{a}\frac{da}{dt}, \tag{20}$$

$$\ln u = -3\ln a + \ln C, \tag{21}$$

$$u = \frac{C}{a^3}, \tag{22}$$

where C is integration constant.

For this model it will be look as

$$u = \frac{Ct^{\beta-1}}{a_0^3\sqrt{1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)}}}. \tag{23}$$

Potential of the tachyon field we find substituting derivatives by ϕ in equation (10)

$$\frac{\phi_0\beta(\beta-1)t^{\beta-2}}{1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)}} - \frac{(\beta-1)\phi_0\beta t^{\beta-1}}{t(1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)})} + \frac{V_{1\phi}}{V_1} + \frac{\lambda Ct^{\beta-1}\sqrt{1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)}}}{V_1a_0^3\sqrt{1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)}}} = 0, \tag{24}$$

$$\frac{V_{1\phi}}{V_1} + \frac{\lambda Ct^{\beta-1}}{V_1a_0^3} = 0, \tag{25}$$

$$dV_1 = -\int\frac{\lambda Ct^{\beta-1}}{a_0^3}dt, \tag{26}$$

$$V_1 = -\frac{\lambda Ct^{\beta}}{a_0^3\beta} + V_{10}. \tag{27}$$

where V_{10} is integration constant.

Equations of energy density and pressure obtain, using equations (8) and (9)

$$\rho = \frac{(\beta-1)^2}{3t^2(1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)})^2}. \tag{28}$$

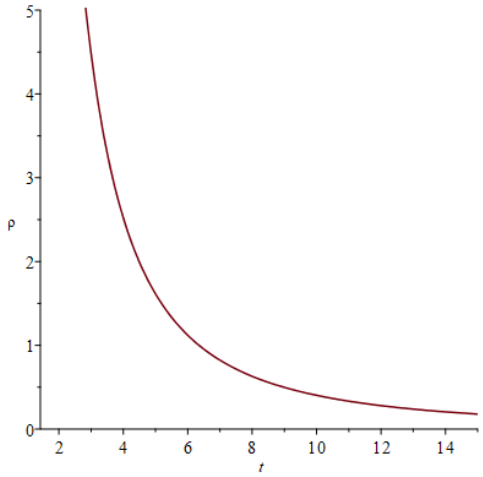


Fig. 1. The dependence of energy density on time t, where $\phi_0 = 2, \beta = -10$.

Figure 1 shows dependence of energy density (28) on time t.

$$p = -\frac{(\beta-1)^2}{3t^2(1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)})^2} - \frac{2\beta-2-2\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)}(1-3\beta+2\beta^2)}{3t^2(1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)})^2} = \\ = \frac{-\beta^2+1+2\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)}(1-3\beta+2\beta^2)}{3t^2(1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)})^2}. \quad (29)$$

Our model corresponds to dark energy for which total pressure must be negative, that we will see in Figure 2, on which show the dependence of pressure on time t.

Find the potential of fermion field, using equation (13)

$$V_2 = \rho - \frac{V_1}{\sqrt{1-\dot{\phi}^2}} - \lambda\phi u, \quad (30)$$

$$V_2 = \frac{(\beta-1)^2}{3t^2(1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)})^2} - \frac{1}{\sqrt{1-\phi_0^2\beta^2t^{2(\beta-1)}}}\left(V_{10} - \frac{\lambda C t^{\beta-1}}{a_0^8}\left(\frac{1}{\beta} - \phi_0 t^{\beta}\right)\right). \quad (31)$$

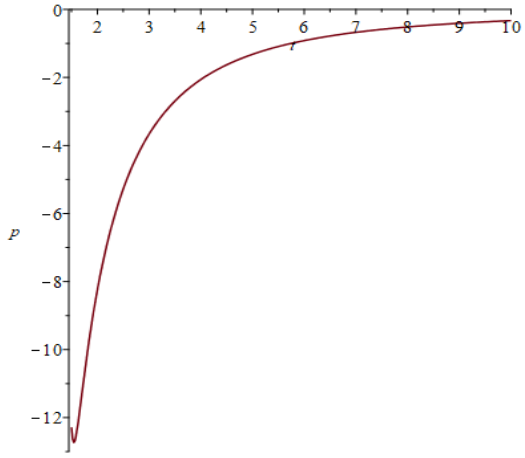


Fig. 2. The dependence of pressure on time t, where $\phi_0 = 2, \beta = -10$.

The function of fermion field ψ we will look in the form

$$\psi_k = A_k(t)e^{-iD_k(t)}, \tag{32}$$

where A_k and D_k are some function dependent on time t.
Using Dirac equation (11), we obtain

$$\begin{pmatrix}\dot{\psi}_0\\ \dot{\psi}_1\\ \dot{\psi}_2\\ \dot{\psi}_3\end{pmatrix} + \frac{3}{2}H\begin{pmatrix}\psi_0\\ \psi_1\\ \psi_2\\ \psi_3\end{pmatrix} - i(V_{2u}+\lambda\phi)\begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&-1&0\\0&0&0&-1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\psi_0\\ \psi_1\\ \psi_2\\ \psi_3\end{pmatrix} = 0. \tag{33}$$

Consider this equation for zero components

$$\dot{\psi}_0 + \frac{3}{2}H\psi_0 - iV_{2u}\psi_0 + i\lambda\psi\phi = 0, \tag{34}$$

$$\psi_0 = A_0(t)e^{-iD_0(t)}, \tag{35}$$

Substituting equation (35) and its derivative in equation (34), we obtain

$$\dot{A}_0e^{-iD_0} - iA_0\dot{D}_0e^{-iD_0} + \frac{3}{2}HA_0e^{-iD_0} - iV_{2u}A_0e^{-iD_0} + i\lambda\phi A_0e^{-iD_0} = 0, \tag{36}$$

we divide this expression into e^{-iD_0}, obtain

$$\dot{A}_0 + \frac{3}{2}HA_0 + iA_0\left(-\dot{D}_0 + V_{2u} + \lambda\phi\right) = 0, \tag{37}$$

if we have expression $a \pm ib = 0$, each member must be zero, then we have

$$\dot{A}_0 + \frac{3}{2}HA_0 = 0, \tag{38}$$

$$-\dot{D}_0 + V_{2u} + \lambda\phi = 0. \tag{39}$$

Then we solve equation (38), considering that $H = \frac{da}{adt}$, and $\dot{A}_0$ derivative by t, rewrite equation (38)

$$\int \frac{dA_0}{dt} + \frac{3}{2}A_0\int \frac{da}{adt} = 0, \tag{40}$$

$$A_0(t) = a^{-\frac{3}{2}}A_{k0}. \tag{41}$$

For the remaining Dirac equations, component A_0 will have the same general form with different integration constants

$$A_k(t) = a^{-\frac{3}{2}}A_{k0}. \tag{42}$$

where A_{k0} - is integration constant $(k = 0,1,2,3)$, for which performed condition $(A_{00})^2 + (A_{10})^2 + (A_{20})^2 + (A_{30})^2 = C$.

For first example $A_k(t)$

$$A_0 = A_{k0} a_0^{-\frac{3}{2}} \left(\frac{1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)}}{t^{2(\beta-1)}}\right)^{-\frac{4}{3}}. \quad (43)$$

Function D_0 we find using equation (46)

$$\dot{D}_0 = \frac{dD_0}{dt} = V_{2u} + \lambda\phi. \quad (44)$$

V_{2u} we obtain using equations of energy density (13) and pressure (14)

$$\rho + p = -2\dot{H} = \frac{V_1}{\sqrt{1-\dot{\phi}^2}} + \lambda\phi u + V_{2u}u - V_1\sqrt{1-\dot{\phi}^2}, \quad (45)$$

$$V_{2u} = -\frac{2a_0^3(\beta-1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})(1-3\beta+2\beta^2)}{3Ct^{\beta+1}(1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})^{\frac{3}{2}}} + \frac{\lambda\phi_0^2\beta^2 t^{2\beta-1}}{\beta} - \lambda\phi_0 t^{\beta} - \frac{a_0^3\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)}V_{10}}{Ct^{\beta-1}}. \quad (46)$$

Substituting (46) in equation (39), we obtain

$$dD_0 = (V_{2u} + \lambda\phi)dt, \quad (47)$$

$$dD_0 = \int \left[-\frac{2a_0^3(\beta-1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})(1-3\beta+2\beta^2)}{3Ct^{\beta+1}(1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})^{\frac{3}{2}}} + \frac{\lambda\phi_0^2\beta^2 t^{2\beta-1}}{\beta} - \frac{a_0^3\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)}V_{10}}{Ct^{\beta-1}}\right]dt, \quad (48)$$

$$D_0 = \int -\frac{2a_0^3(\beta-1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})(1-3\beta+2\beta^2)}{3Ct^{\beta+1}(1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})^{\frac{3}{2}}}dt + \frac{\lambda\phi_0^2\beta t^{2\beta+2}}{2(\beta+1)} - \frac{a_0^3\phi_0^2\beta V_{10}t^{2\beta-1}}{Ct^{beta-1}} + D_{k0}, \quad (49)$$

where D_{k0} is integration constant.

The function D_0 also will have the same general form for other components

$$D_k = \int -\frac{2a_0^3(\beta-1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})(1-3\beta+2\beta^2)}{3Ct^{\beta+1}(1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})^{\frac{3}{2}}}dt + \frac{\lambda\phi_0^2\beta t^{2\beta+2}}{2(\beta+1)} - \frac{a_0^3\phi_0^2\beta V_{10}t^{2\beta-1}}{Ct^{beta-1}} + D_{k0}, \quad (50)$$

where $k = 0,1$.

$$D_i = \int \frac{2a_0^3(\beta-1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})(1-3\beta+2\beta^2)}{3Ct^{\beta+1}(1-\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)})^{\frac{3}{2}}}dt - \frac{\lambda\phi_0^2\beta t^{2\beta+2}}{2(\beta+1)} + \frac{a_0^3\phi_0^2\beta V_{10}t^{2\beta-1}}{Ct^{beta-1}} - D_{k0}, \quad (51)$$

where $i = 2,3$.

The equation of state parameter ω

$$\omega(t) = \frac{p}{\rho}, \quad (52)$$

it should be $\omega \approx -1$.

For our model the equation of state parameter ω is

$$\omega(t) = -1 - \frac{2\beta - 2 - 2\phi_0^2\beta^2 t^{2(\beta-1)}(1-3\beta+2\beta^2)}{(\beta-1)^2}. \quad (53)$$

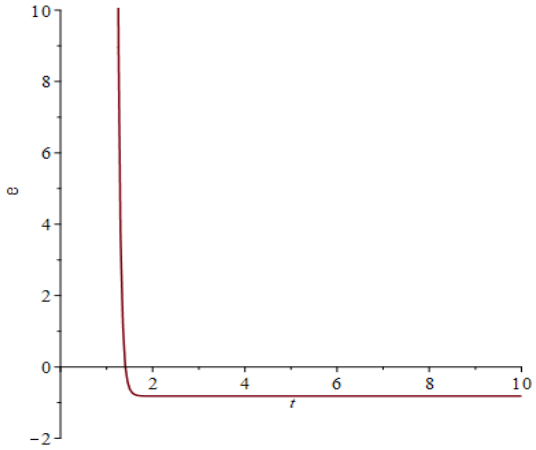


Fig. 3. The dependence of the equation of state parameter ω on time t, where $\phi_0 = 2, \beta = -10$.

Figure 3 show the dependence of the equation of state parameter ω on time t. According to the latest observational data, our theoretical model is consistent with experimental data.

Conclusion

Thus, we have considered cosmological model with fermion and tachyon fields interacting via Yukawa-type potential together with a homogeneous, isotropic and flat Friedman-Robertson-Walker Universe. For this model, we have found the exact solution, reconstructed the tachyon and fermion potentials and function of fermion field. Also we found the scale factor and the parameter of the equation of state ω, whose value corresponds to the accelerated expansion of the universe for $\beta < 0$. In the model under consideration, the tachyon and fermion fields interacting via Yukawa-type potential have a negative pressure that corresponds to the pressure of dark energy.

The work was carried out with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant No. 0118RK00935.

REFERENCES

[1] Ribas M.O., Devecchi F.P., Kremer G.M. Fermions as sources of accelerated regimes in cosmology // Physical Review D. –2005. –Vol.72, No12. –P. 3502.

[2] Rakhi R., Vijayagovindan G.V., Indulekha K. A cosmological model with fermionic field // International Journal of Modern Physics A. –2010. –Vol. 25, No13. –P.2735.

[3] Anischenko S.V., Cherkas S.L., Kalashnikov V.L. Cosmological Production of Fermions in a Flat Friedmann Universe with Linearly Growing Scale Factor: Exactly Solvable Model. // Nonlinear Phenomena in Complex System. – 2010. –Vol. 13. –P. 315 –319.

[4] Wei H. Spinor Dark Energy and Cosmological Coincidence Problem // Physics Letter B. –2011. –Vol. 695, No1-4. –P. 307-311.

[5] Balantekin A.B., Dereli T. An Exact Cosmological Solution of the Coupled Einstein-Majorana Fermion-Scalar Field Equations // Physical Review D. –2007. –Vol. 75, No2. –P. 4039.

[6] Razina O., Myrzakulov Y., Serikbayev N., Myrzakul Sh., Nugmanova G. and Myrzakulov R., G-essence cosmologies with scalar-fermion interactions // European Physical Journal Plus. -- 2011. -- Vol.126, №9. -- pp. 85. doi:10.1140/epjp/i2011-11085-9.

[7] Razina O., Myrzakulov Y., Serikbayev N., Nugmanova G. and Myrzakulov R., Einstein-Cartan gravity and G-essence // Central European Journal of Physics. — 2012. –- Vol. 10, №1. — P. 47-50. doi: 10.2478/s11534-011-0102-8.

[8] Razina O., Tsyba P. and Sagidullayeva Z. M., Степенное решение модели $f(R)$ гравитации с максвелловским членом и g-эссенцией // Вестник Карагандинского университета. Серия Физика.- 2019. - № 1. – С. 94.

[9] Bamba K., Razina O., Yerzhanov K. and Myrzakulov R. Cosmological evolution of equation of state for Dark Energy in g-essence models // International Journal of modern Physics D. – 2013. - Vol 22. – P. 1350023.

[10] Razina O.V., Tsyba P. Exponential solution of the f(R) gravity with Maxwell term and g –essence // Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. Серия естественно-технических наук. Астана, 2018 - № 3(123). – С. 33-41.

[11] Razina O.V., Tsyba P., Meirbekov B, Myrzakulov R. Cosmological Einstein-Maxwell model with g –essence // International Journal of modern Physics D. – 2019. - Vol 28. – P. 1950126.

[12] Fairbairn M., Tytgat M. H. G. Inflation from a Tachyon Fluid // Phys. Lett. B. – 2002. – V. 546. – P. 1–7.

[13] Padmanabhan T. Accelerated expansion of the universe driven by tachyonic matter // PhysRev. D. – 2002. – V. 66. – P. 021301.

[14] Copeland E. J., Sami M., Tsujikawa S. Dynamics of dark energy // Int. J. Mod. Phys. D. – 2006. – V. 15. – P. 1753.

[15] Calcagni G., Liddle A.R. Tachyon dark energy models: Dynamics and constraints // Phys. Rev. D. – 2006. – V. 74. – P. 043528.

[16] Loeb A., Weiner N. Cores in Dwarf Galaxies from Dark Matter with a Yukawa Potential// Physical Review Letters. –2011. –Vol. 106, No17. –P. 1302.

[17] Miao S.P., Woodard R.P. Leading Log Solution for Inflationary Yukawa// Physical Review D. –2006. –Vol. 74, No4. –P. 4019.

[18] Woodard R.P. Generalizing Starobinskii's Formalism to Yukawa Theory & to Scalar QED// Journal of Physics: Conferense Series. –2007. –Vol. 68, No 1. –P. 2032.

[19] Kulnazarov I., Yerzhanov K., Razina O., Myrzakul Sh., Tsyba P., Myrzakulov R. G-essence with Yukawa Interactions // The European Physical Journal C. - 2011. - Vol.71, №7. - P. 1698. doi: 10.1140/epjc/s10052-011-1698-y.

[20] Atazadeh K., Sepangi H.R. Accelerated expansion in modified gravity with a Yukawa-like term// International Journal of Modern Physics D. –2007. –Vol.16, No4. –P. 687.

[21] Ribas M. Devecchi F. Kremer G. Cosmological model with fermion and tachyon fields interacting via Yukawa-type potential // Mod. Phys. Lett. A. - 2016. - no. 31. - p. 1650039.

[22] Akhmetova G. Exponential solution of the cosmological model with fermion and tachyon field // XV International scientific conference of students, undergraduates and young scientists "Lomonosov-2019". Nur-Sultan-2019. - part 1. -p. 13.

[23] Akhmetova G., Razina O., Tsyba, P., Meirbekov B. Exact solution cosmological model with fermion and tachyon fields // XIV International science conference "Science and education". Nur-Sultan- 2019.

Ахметова Г.А., Разина О.В., Цыба П.Ю., Жасыбаева М.

Фермионды және тахионды Юкава**-типті потенциал арқылы өзара әрекеттесетін космологиялық модельдің нақты шешімі**

Түйіндеме. Бұл мақалада төрт өлшеммен қатар Фридман-Робертсон-Уокердің біртекті, изотропты және жазық; Ғаламының фермионды және тахионды өрістердің Юкава- типті потенциал арқылы өзара әрекеттесетін космологиялық модель зерттеледі. Бұл модель үшін қозғалыс теңдеулер жүйесі табылған. a масштабты фактор үшін нақты шешім алынған. Қарастырылып отырған модель үшін p қысым теріс мәнді қабылдайды. Сонымен бірге, күңгірт энергияға сәйкес келетін ρ энергияның тығыздығы және p қысым табылған.ω күй теңдеуінің параметрі анықталған.. ρ энергия тығыздығыны, p қысымның және ω күй теңдеуінің параметрінің графиктері тұрғызылды.

Түйін сөздер: фермионды өріс, тахионды өріс, Юкава-типті потенциал, Ғаламның үдемелі ұлғаюы, күй теңдеуінің параметрі, күңгірт энергия.

Ахметова Г.А., Разина О.В., Цыба П.Ю., Жасыбаева М.

Точное решение космологической модели с фермионным и тахионным полями взаимодействующими через потенциал типа-юкавы

Резюме. В статье исследуется космологическая модель с фермионным и тахионным полями взаимодействующими через потенциал типа Юкавы в четырех измерениях совместно с однородной, изотропной и плоской Вселенной Фридмана-Робертсона-Уокера. Для этой модели найдена система уравнений движения. Получено точное решение для масштабного фактора a. Давление p в рассматриваемой модели отрицательно. Для рассматриваемой модели найдены плотность энергии ρ и давление p, которые соответствуют темной энергии. Найден параметр уравнения состояния ω. Построены графики для плотности энергии ρ и давления p, а также для параметра уравнения состояния ω.

Ключевые слова: фермионное поле, тахионное поле, потенциал типа-Юкавы, ускоренное расширение Вселенной, параметр уравления состояния, темная энергия.

ӘОЖ 512.62

U.K. Turysbekova
(Kazakh University of Economics, Finance and International Trade,
E-mail: umut.t@mail.ru)

FINDING OF SPECIAL TYPE IRREDUCIBLE POLYNOMIALS

Abstract. Finding irreducible polynomials is a topical and complex application, widely demanded in cryptographic applications and coding theory. The cryptographic services of the whole world are interested in finding such polynomials, they are actively working, but these works are classified.

This paper is devoted to finding irreducible polynomials with rational coefficients whose roots are numbers of the form $\cos\frac{m\pi}{n}$, where *m, n* are coprime natural numbers.

Keywords: polynomial, irreducible polynomial, root, algebraic number.

Ү.Қ. Тұрысбекова
(Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті,
E-mail: umut.t@mail.ru)

АРНАЙЫ ТҮРДЕГІ КЕЛТІРІЛМЕЙТІН КӨПМҮШЕЛІКТЕРДІ ТАБУ

Аңдатпа. Келтірілмейтін көпмүшеліктерді іздеу криптографиялық қосымшаларда және кодтау теориясында кеңінен таралған, өзекті және күрделі қолданбалы есептердің бірі болып табылады. Мұндай көпмүшеліктерді табуға әлемнің барлық криптографиялық қызметтері мүдделі, олар белсенді жұмыс жүргізеді, алайда бұл жұмыстар құпияланған. Мақала түбірлері $\cos\frac{m\pi}{n}$ түріндегі сандар болатын рационал коэффициентті келтірілмейтін көпмүшеліктерді табуға арналған, мұндағы *m, n* - өзара жай натурал сандар.

Түйін сөздер: көпмүшелік, келтірілмейтін көпмүшелік, түбір, алгебралық сан.

1. Кіріспе

Келтірілмейтін көпмүшеліктер математиканың, ақпараттық технологияның әр түрлі салаларында, сонымен қатар ақпаратты қорғауда өз қолданысын тапты. Көпмүшелітер теориясының көмегімен жіберілетін ақпараттың тұтастығын тексеруге болады, ол үшін циклдік кодтар қолданылады. Галуа өрістерін құруға, шын мәнінде, негіз болатын келтірілмейтін көпмүшеліктер натурал сандар жиынындағы жай сандардың аналогы болып табылады. Оларды табу, жай сандарды табу сияқты, іріктеу арқылы жүзеге асырылады және компьютердің есептеуіш қуатының зор жұмсалуын қажет етеді. Келтірілмейтін көпмүшеліктердің ішінде примитивті көпмүшеліктер, яғни түбірлері осы көпмүшелікті жіктеу өрісінің примитивті (туындаушы) элементтері болатын көпмүшеліктер, ерекше орын алады. Примитивті элементтер асимметриялық криптографияда кеңінен қолданылатын дискретті логарифмдердің негізі болып табылады [1,2].

Криптографиялық қосымшалар алгебралық сандар теориясының теориялық күрделі мәселелеріне айрықша негізделген. Ал мұндай күрделі мәселелердің бірі қандай да бір ақырлы өрісте берілген *n* дәрежелі барлық келтірілмейтін көпмүшеліктерді іздеу болып табылады. Кейбір жағдайларда нақты есептерді шешу үшін параметрлері берілген келтірілмейтін көпмүшеліктерді құруға тура келеді.

Ұсынылған жұмыста түбірлері $\cos\frac{m\pi}{n}$ (мұндағы *m, n* - өзара жай натурал сандар) түріндегі сандар болатын, рационал коэффициентті келтірілмейтін көпмүшеліктерді табу алгоритмдері қарастырылған.

2. Бастапқы мәліметтер.

Негізгі анықтамалар мен деректерді келтірейік [3].

Келтірілмейтін көпмүшелік деп тривиалды емес (константа емес) көпмүшеліктерге жіктелмейтін көпмүшелік аталатынын еске салайық.

Егер r саны қандай да бір рационал коэффициентті $f(x)$ көпмүшелігінің түбірі болса, онда ол *алгебралық сан* деп аталады. Мұндай көпмүшеліктердің ішінен дәрежесі ең кіші жалғыз нормаланған $p(x)$ көпмүшелігі табылып, r алгебралық санының *минималды көпмүшелігі* деп аталады. deg $p(x)$ саны r санының *алгебралық дәрежесі* деп аталады. Минималды көпмүшеліктің барлық түбірлері r санына *түйіндес сандар* деп аталады.

Айталық, Q - рационал сандар өрісі болсын. Егер $\cos\frac{\pi}{n}$ саны $p(x)\in Q[x]$ көпмүшелігінің түбірі болып табылса, онда оған n индексін меншіктейміз. Мысалы, $p_1(x)=x+1$, $p_2(x)=x$, $p_3(x)=2x-1.$

Дәл осылай, $q_n(x)\in Q[x]$ дегеніміз $q_n\left(\cos\frac{2\pi}{n}\right)=0$ екенін білдіреді. Мысалы, $q_1(x)=x-1$, $q_3(x)=2x+1.$

Айталық, $T_n(x)$, $n=0,1,2,...$ - Чебышев көпмүшеліктері болсын [4]. Онда $T_n(\cos\alpha)=\cos n\alpha$ қасиеті орындалатыны және $T_{n+1}(x)=2xT_n(x)-T_{n-1}(x)$, $T_0(x)=1$, $T_1(x)=x$, $n=1,2,3,...$ рекуррентік формулалары бойынша есептелетіні белгілі. Осындай көпмүшеліктердің бірнеше мысалдарын келтірейік:

$$T_2(x)=2x^2-1,\ T_3(x)=4x^3-3x,\ T_4(x)=8x^4-8x^2+1,\ T_5(x)=16x^5-20x^3+5x,$$

$$T_6(x)=32x^6-48x^4+18x^2-1,\ T_7(x)=64x^7-112x^5+56x^3-7x.$$

Чебышев көпмүшеліктері, $p_n(x)$ және $q_n(x)$ көпмүшеліктері үшін келесі қатынастар орын алады:

$$p_m(T_n(x))=p_{mn}(x),\ q_m(T_n(x))=q_{mn}(x). \qquad (1)$$

Расында, $T_n(x)$ және $p_m(x)$ көпмүшеліктерінің қасиеттері бойынша

$$p_m\left(T_n\left(\cos\frac{\pi}{nm}\right)\right)=p_m\left(\cos\frac{\pi}{m}\right)=0$$

теңдігін аламыз және де $p_{mn}\left(\cos\frac{\pi}{nm}\right)=0$. Алынған теңдіктер $p_m\left(T_n\left(\cos\frac{\pi}{nm}\right)\right)=p_{mm}\left(\cos\frac{\pi}{mm}\right)$ екендігін білдіреді, яғни $p_m(T_n(x))=p_{mn}(x)$. Дәл осылай $q_m(T_n(x))=q_{mn}(x)$ теңдігі де дәлелденеді.

(1) формула бойынша $p_n(x)$ және $q_n(x)$ көпмүшеліктерін бірнеше әдіспен есептеуге болады. Мысалы, $\cos\frac{\pi}{18}$ дәрежелері әр түрлі болатын $p_1(T_{18}(x))$, $p_2(T_9(x))$, $p_3(T_6(x))$ көпмүшеліктерінің түбірі болып табылады. Олардың ішінде дәрежелері ең кіші көпмүшеліктер ерекше орын алады. Мұндай көпмүшеліктерді табу алгоритмі келесі теоремалардан шығады.

Теорема 1. Айталық, $n=2m+1$ – натурал сан және φ - Эйлер функциясы болсын. Онда дәрежесі $\frac{1}{2}\varphi(n)$, түбірлері $\cos\frac{s\pi}{n}$ болатын $p_n(x)\in Q[x]$ көпмүшелігі табылады, мұндағы $s<n$ тақ саны n санымен өзара жай барлық мәндерді қабылдайды.

Теорема 2. Айталық, $n=2m+1$ – натурал сан және φ - Эйлер функциясы болсын. Онда дәрежесі $\frac{1}{2}\varphi(n)$, түбірлері $\cos\frac{s\pi}{n}$ болатын $q_n(x)\in Q[x]$ көпмүшелігі табылады, мұндағы $s<n$ жұп саны n санымен өзара жай барлық мәндерді қабылдайды.

1 және 2 теоремалардың дәлелдеуі [4] еңбегінде келтірілген. Мұндағы $p_n(x)$ және $q_n(x)$ көпмүшеліктері

$$q_n(x)=(-1)^k p_n(-x) \tag{2}$$

қатынасымен байланысқан, мұндағы $k=\deg p_n(x)$.

Теорема 3. Айталық, $n=2m$ – натурал сан және φ - Эйлер функциясы болсын. Онда дәрежесі $\varphi(n)$, түбірлері $\cos\frac{s\pi}{n}$ болатын $p_n(x)\in Q[x]$ көпмүшелігі табылады, мұндағы $s<n$ саны n санымен өзара жай барлық мәндерді қабылдайды.

Дәлелдеу. Теореманың дәлелдеуін m бойынша индукция арқылы жүргізейік. $m=1$ болғанда $p_2(x)=x$, $\cos\frac{\pi}{2}$ - оның түбірі, $\deg p_2(x)=1=\varphi(2)$. Егер $m=2$ болса, онда $p_4(x)=2x^2-1$, $\deg p_4(x)=2=\varphi(4)$. $p_4(x)$ көпмүшелігінің түбірлері $\cos\frac{\pi}{4}$ және $\cos\frac{3\pi}{4}$ сандары болып табылады. Енді, $l<m$ және $j=2l$ болғанда түбірлері $\cos\frac{s\pi}{j}$, мұндағы $s<j$, *ЕҮОБ*$(s, j)=1$, дәрежесі $\deg p_j(x)=\varphi(j)$ болатын $p_j(x)\in Q[x]$ көпмүшеліктері табылсын деп ұйғарайық. $n=2m$ болғанда $p_n(x)$ көпмүшелігін табу керек.

Егер m - жұп сан болса, онда $m=2m_1$, $m_1<m$ және индукция ұйғарымы бойынша $p_m(x)$ көпмүшелігі табылып, $\deg p_m(x)=\varphi(m)$ және $\cos\frac{s\pi}{m}$, мұндағы $s<m$, *ЕҮОБ*$(s,m)=1$, - оның түбірлері болады. $p_m(T_2(x))$ көпмүшелігін құрып, оның ізделінді көпмүшелік екенін көрсетейік. Расында, $\deg p_m(T_2(x))=2\deg p_m(x)=2\varphi(m)=\varphi(2m)=\varphi(n)=\deg p_n(x)$.

Мұнда m - жұп сан болса, онда $\varphi(2m)=2\varphi(m)$ екені ескерілген. Сонымен қатар, $p_m(T_2(x))$ және $p_n(x)$ көпмүшеліктерінің түбірлері бірдей. Демек,

$$p_n(x)=p_m(T_2(x)),\quad n=2m. \tag{3}$$

Сонымен, $n=2m$, m – жұп, болғанда теорема дәлелденді.

Енді $n=2m$, m – тақ сан болсын. Онда 1-теорема бойынша түбірлері $\cos\frac{s\pi}{m}$, мұндағы тақ $s<m$, *ЕҮОБ*$(s,m)=1$, болатын $p_m(x)$ көпмүшелігі табылып, $\deg p_m(x)=\frac{1}{2}\varphi(m)$ болады. $p_m(T_2(x))$ көпмүшелігін құрып, оның ізделінді көпмүшелік екеніне көз жеткізейік. Алатынымыз

$$\deg p_m(T_2(x))=2\deg p_m(x)=2\frac{1}{2}\varphi(m)=\varphi(m).$$

ЕҮОБ$(2,m)=1$ болғандықтан, $\varphi(n)=\varphi(2m)=\varphi(2)\varphi(m)=\varphi(m)$. Онда

$$\deg p_m(T_2(x)) = \varphi(m) = \varphi(2m) = \varphi(n) = \deg p_n(x).$$

Сонымен қатар, $p_m(T_2(x))$ және $p_n(x)$ көпмүшеліктерінің түбірлері бірдей. Демек, (3) теңдік $n=2m$ және m – тақ сан болғанда да орындалады.

Теорема дәлелденді.

3. Негізгі нәтижелер.

Сонымен қатар келесі теорема орын алады.

Теорема 4. 1, 2 және 3 теоремаларда құрылған $p_n(x)$ және $q_n(x)$ көпмүшеліктері Q рационал сандар өрісінде келтірілмейтін көпмүшеліктер болып табылады.

Дәлелдеу. Айталық, $u_n = \cos\frac{2\pi}{n} + i\sin\frac{2\pi}{n}$ - 1-дің n-ші дәрежелі алғашқы түбірі болсын. u_n – шеңберді бөлуде дәрежесі $\varphi(n)$-ге тең $\Phi_n(x)$ келтірілмейтін көпмүшелігінің түбірі болғандықтан, дәрежесі $\varphi(n)$ болатын алгебралық сан болып табылатыны белгілі [2]. Сондықтан, $Q(u_n)$ – дәрежесі $\varphi(n)$ болатын кеңею болып табылады. $v_n = u_n + u_n^{-1} = 2\cos\frac{2\pi}{n}$ саны мен $Q(v_n) = Q\left(\cos\frac{2\pi}{n}\right)$ кеңеюін қарастырайық. $v_n \in Q(u_n)$ болғандықтан, $Q(v_n) \subset Q(u_n)$. Алайда $v_n = u_n + u_n^{-1}$ теңдігінен $u_n^2 = v_n u_n - 1$ аламыз, яғни u_n – дәрежесі 2, коэффициенттері $Q(v_n)$ кеңеюінен алынатын $f(x) = x^2 - v_n x + 1$ көпмүшелігінің түбірі болып табылады. Демек, $дәр(Q(u_n) : Q(v_n)) \le 2$. $Q(u_n)$ және $Q(v_n)$ өрістері беттеспейтіндіктен, бұл дәреже 2-ден кіші бола алмайды. Расында, $Q(u_n)$ өрісіне комплекс сандар енеді, ал $Q(v_n)$ өрісінде комплекс сандар жоқ. Осылайша, $дәр(Q(u_n) : Q(v_n)) = 2$. Алайда,

$$дәр(Q(u_n) : Q) = \varphi(n) = дәр(Q(u_n) : Q(v_n)) \times дәр(Q(v_n) : Q) = 2\ дәр(Q(v_n) : Q).$$

Демек, $дәр(Q(v_n) : Q) = \frac{1}{2}\varphi(n)$.

Сонымен, $v_n = 2\cos\frac{2\pi}{n}$ - дәрежесі $\frac{1}{2}\varphi(n)$ болатын алгебралық сан екені анықталды.

1, 2 және 3 теоремаларда келтірілген $p_n(x)$ және $q_n(x)$ көпмүшеліктерін қарастырайық.

I. 2–ші теорема бойынша $n = 2m+1$ болғанда $q_n(x)$ көпмүшелігінің түбірі $\cos\frac{2\pi}{n}$ болады, мұндағы $\deg q_n(x) = \frac{1}{2}\varphi(n)$. Жоғарыда көрсетілгендей, $\frac{1}{2}v_n = \cos\frac{2\pi}{n}$ - дәрежесі $\frac{1}{2}\varphi(n) = \deg q_n(x)$ болатын алгебралық сан. Бұл $q_n(x)$ көпмүшелігінің Q өрісінде келтірілмейтін болатынын білдіреді.

II. 1–ші теорема бойынша $n = 2m+1$ болғанда $p_n(x)$ көпмүшелігінің түбірі $\cos\frac{\pi}{n} = \cos\frac{2\pi}{2n}$ болады және $\deg p_n(x) = \frac{1}{2}\varphi(n)$. Жоғарыда айтылғандай, $\cos\frac{2\pi}{2n}$ санының дәрежесі $\frac{1}{2}\varphi(2n) = \frac{1}{2}\varphi(n) = \deg p_n(x)$. Демек, $p_n(x)$ - Q өрісінде келтірілмейтін көпмүшелік.

III. 3–ші теорема бойынша $n = 2m$ болғанда $\deg p_n(x) = \varphi(n)$ және $p_n(x)$ көпмүшелігінің түбірі $\cos\frac{\pi}{n} = \cos\frac{2\pi}{2n}$ саны болып табылады. Бұл санның дәрежесі $\frac{1}{2}\varphi(2n) = \varphi(n) = \deg p_n(x)$. Демек, $p_n(x)$ көпмүшелігі Q өрісінде келтірілмейтін болып табылады.

Теорема дәлелденді. □

Ескерту. Егер n – тақ жай сан болса, онда $p_{2n}(x)$ және $p_n(x)$ көпмүшеліктерінің келтірілмейтіндігін басқа да тәсілмен дәлелдеуге болады.

$p_2(T_n(x))=T_n(x)$ теңдігінен $T_n(x)$ көпмүшелігінің түбірлері $r_m=\cos\frac{2m-1}{2n}\pi$ сандары болып табылатыны шығады, мұндағы $m=1,2,...,n$. Сондықтан, $T_n(x)=p_2(x)p_{2n}(x)=xp_{2n}(x)$. Алайда, n – жай сан болғанда $T_n(x)$ көпмүшелігінің жоғары коэффициентінен басқа барлық коэффициенттері n –ге бөлінеді. Бұдан $p_{2n}(x)$ көпмүшелігіне Эйзенштейн критерийін қолдануға болатыны шығады. Демек, $p_{2n}(x)$ көпмүшелігі Q өрісінде келтірілмейтін болады және $\cos\frac{\pi}{2n}$ – дәрежесі $\varphi(2n)$ болатын алгебралық сан. Онда $Q\subset Q\left(\cos\frac{\pi}{n}\right)\subset Q\left(\cos\frac{\pi}{2n}\right)$ тізбегінде кеңеюлер дәрежелерін зерттей отырып, $\partial\partial p\left(Q\left(\cos\frac{\pi}{n}\right):Q\right)=\frac{1}{2}\varphi(2n)=\frac{1}{2}\varphi(n)$ аламыз. Кеңею дәрежесі примитивті элементтің алгебралық дәрежесімен сәйкес келгендіктен, $r=\cos\frac{\pi}{n}$ – дәрежесі $\frac{1}{2}\varphi(n)$ болатын алгебралық сан. Бұған қоса, $r-$ $p_n(x)$ көпмүшелігінің түбірі және $\deg p_n(x)=\frac{1}{2}\varphi(n)$, яғни r санының алгебралық дәрежесі $\deg p_n(x)$–пен сәйкес келеді. Демек, $p_n(x)$ - Q өрісінде келтірілмейтін көпмүшелік.

Мысалдар қарастырайық.

1. Түбірі $r=\cos\frac{\pi}{12}$ болатын $p_{12}(x)$ келтірілмейтін көпмүшелігін табайық. Ізделінді $p_{12}(x)$ көпмүшелігінің дәрежесі $\varphi(12)=4$. (3) формула бойынша $p_{12}(x)=p_6(T_2(x))$. Алайда, (1) формула бойынша $p_{12}(x)$ көпмүшелігін басқа да тәсілдермен есептеуге болады. Мысалы, $p_{12}(x)=p_3(T_4(x))=2T_4(x)-1=2(8x^4-8x^2+1)-1=16x^4-16x^2+1$. 4–ші теорема бойынша бұл көпмүшелік келтірілмейтін болып табылады, ал оның түбірлері – $\cos\frac{\pi}{12}$, $\cos\frac{5\pi}{12}$, $\cos\frac{7\pi}{12}$ және $\cos\frac{11\pi}{12}$.

2. Түбірі $r=\cos\frac{\pi}{14}$ болатын $p_{14}(x)$ келтірілмейтін көпмүшелігін табу керек. $m=7$ болғанда (3) формула $p_7(T_2(x))=p_{14}(x)$ түрінде болады. $p_7(x)=8x^3-4x^2-4x+1$ екенін ескере отырып, $p_{14}(x)=64x^6-112x^4+56x-7$ теңдігін аламыз. $\deg p_{14}(x)=6=\varphi(14)$ және $p_{14}(x)$ көпмүшелігі 4–ші теорема бойынша келтірілмейтін, ал оның түбірлері $\cos\frac{m\pi}{14}$, $m=1,3,5,9,11,13$ сандары болып табылады.

Сонымен қатар, $p_{14}(x)$ көпмүшелігінің келтірілмейтіндігін Эйзенштейн критерийі бойынша да тексеруге болатынын ескерте кетейік.

Келтірілмейтін көпмүшеліктерді табу әдістері, мысалдары және олардың қолданыстары [5-14] еңбектерінде келтірілген.

4. Қорытынды.

Сонымен, жұмыста түбірлері $\cos\frac{m\pi}{n}$ (мұндағы *m, n* - өзара жай натурал сандар) түріндегі сандар болатын, рационал коэффициентті келтірілмейтін көпмүшеліктерді табу алгоритмдері мен олардың мысалдар қарастырылды. Мақалада келтірілген алгоритмдер кодтау теориясында, шифрлеу хаттамаларында және дискретті құрылғыларды программалауда практикалық қолданысын табады.

Автор рецензентке конструктивті ескертулері үшін алғыс білдіреді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Логачев О.Л., Сальников А.А., Ященко В.В. Булевы функции в теории кодирования и криптологии. - М.: МЦНМО.- 2004.- 470 с.

[2] Лидл Р., Нидеррайтер Г. Конечные поля: в 2 т. / пер. с англ. М.: Мир, 1988. Т. 1.430 с.

[3] Винберг Э.Б. Курс алгебры.- 2-е изд. - М.: Факториал Пресс.- 2001.-544 с.

[4] Прасолов В.В. Многочлены. - М.: МЦНМО.- 2003. -336 с.

[5] Хомич Е.А. Неприводимые многочлены над конечными полями и связь с криптографией// Академическая публицистика.-2017.- №3.- С.19-24.

[6] Титов С. С., Торгашова А. Генерация неприводимых многочленов, связанных степенной зависимостью корней // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск: ТУСУР.- 2010. -№2 (22).- С.310-318.

[7] Глуско Кр.Л., Титов С.С. Арифметический алгоритм решения квадратных уравнений в конечных полях характеристики два // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск: ТУСУР. -2012. -№ 1(25).- С. 148-152.

[8] Hua Huang, Shanmeng Han, Wei Cao. Normal bases and irreducible polynomials// Finite Fields Appl. – 2018. - №50. – P. 272-278.

[9] Thangadurai R. Irreducibility of Polynomials Whose Coefficients are Integers// Mathematics Newsletter.- 2007.- №2 (17). - P.29-57.

[10] Lior Bary-Soroker, Gady Kozma. Irreducible polynomials of bounded height// Preprint, arXiv:1710.05165.- 2016.

[11] Dobrowolski E., Filaseta M., Vincent A. F. The non-cyclotomic part of $f(x)x^n + g(x)$ and roots of reciprocal polynomials off the unit circle // Int. J. Number Theory. – 2013. -№. 7. P. 1865–1877.

[12] Melsik K.Kyuregyan. Recurrent methods for constructing irreducible polynomials over F_q of odd characteristics// Finite Fields and their Applications.-2003.-№1(9).- P. 39-58.

[13] Хамов Г.Г., Л.Н. Тимофеева. Использование теории многочленов для составления решения диофантовых уравнений // Ярославский педагогичсекий вестник.- 2014.-№4-Т.II.- С. 36-40.

[14] Забарина А.И., Пестов Г.Г. О целых алгебраических числах// Вестник Томского государственного университета.- 2013.-№6(26). – С.18-19.

Турусбекова У.К.

Нахождение неприводимых многочленов специального вида

Резюме. Нахождение неприводимых многочленов является актуальной и сложной прикладной задачей, широко востребованной в криптографических приложениях и теории кодирования. В нахождении таких многочленов заинтересованы криптографические службы всего мира, они ведут активную работу, но эти работы засекречены.

Работа посвящена нахождению неприводимых многочленов с рациональными коэффициентами, корнями которых являются числа вида $\cos\frac{m\pi}{n}$, где *m, n* – взаимно простые натуральные числа.

Ключевые слова: многочлен, неприводимый многочлен, корень, алгебраическое число.

УДК 004.9
МРНТИ 81.93.29

G.U. Mamatova[1], A.A. Balgabek[2], Zh.M. Bekaulova[2], G.A.Tolganbayeva[2], R.D.Omarova[3]
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, [2]International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan, [3]Civil aviation Academy, Almaty, Kazakhstan, mamatovag@mail.ru)

USING DATA MINING ALGORITHMS FOR SOLVING TASKS IN BANKING SECTOR

Abstract: This paper considers the bank and operations conducted in it. Today, in large domestic banks there is a need to automate the work of managers. For example, the task "Is it worth it to issue a loan to a client?" was solved, and the stream of clients that were solved using Data Mining algorithms was predicted. The object of the study are also other departments of the bank, for example, finance and staffl.

Keywords: Data Mining, Decision trees, Clustering Algorithms, selecting, tasks.

Г.У. Маматова[1], А.А. Балгабек[2], Ж.М. Бекаулова[2], Г.А. Толганбаева[2], Р.Д. Омарова[3]
([1] Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, [2] Международный университет информационных технологии, Алматы, Казахстан, [3]Академия гражданской авиации, Алматы, Казахстан, mamatovag@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ DATA MINING ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ

Аннотация: В данной статье рассматриваются банк и проводимые в нем операции. Сегодня в крупных отечественных банках возникает необходимость автоматизации работы менеджеров. Например, была решена задача «Стоит ли выдавать кредит клиенту?», и был предсказан поток клиентов, которые были решены с использованием алгоритмов Data Mining. Объектом исследования являются также другие отделы банка, например, финансы и персонал.

Ключевые слова: Data Mining, деревья решений, алгоритмы кластеризации, выборка, задачи.

Introduction

Humankind has been engaged in the analysis of hidden patterns in the mountains of information for many centuries, in connection with the development of information technologies, databases, local and global networks, global flows of information in various areas have fallen upon people. Mountains of collected information appear, and the idea that these mountains are full of gold is developing more and more. The term Data Mining derives its name from two concepts, the search for valuable information in large databases and mining of ore. Both of these processes require or sifting a huge amount of "raw" material for a reasonable study and search for the desired values. Thus, Data Mining is the process of detecting previously unknown, non-trivial, practically useful and accessible interpretations of knowledge necessary for making decisions in various spheres of human activity in raw data. [1]

To date, data analysis alone is not enough, if it cannot also offer a structure for modeling, forecasting and forecasting based on the data sets being analyzed. The so-called data mining combines pattern matching, influence ratios, time set correlations, and difference analysis to suggest modeling future data sets. One of the advantages is that these algorithms are capable of embedding whole data sets in their workers, and not only in samples, which makes their accuracy much higher.

Thus, Data Mining is a process of selection, exploration, and modelling of large quantities of data to discover regularities or relations that are at first unknown with the aim of obtaining clear and useful results for the owner of the database. [2]

Algorithms Data Mining

Using Data Mining in decision support systems, it becomes possible to cover a much wider range of tasks. One not unimportant factor of the bank is customer lending, which needs to be brought to automation. Lending to customers is a very difficult and deep area of business for banks. When developing a credit history, a bank can use predictive analysis to monitor individual clients and groups of clients. Predictive analysis models are able to investigate bad customer stories and look for warning signs. Thus, a credit risk analysis was performed, that is, an accurate and rapid assessment of the borrower's creditworthiness. Using the Data Mining tools, this task is solved by analyzing the information accumulated or acquired in the credit bureau - the credit history of a large number of different clients. For example, a bank - a new player in the lending market - already has a database of borrowers. It should be analyzed in order to identify categories of bona fide clients who are likely to repay the loan on time, and unreliable clients who most likely will not be able to do so. The interpretation of the results of such an analysis can be presented in the form of a decision tree. [3]

Decision trees

The basis of the work of decision trees is the process of recursive splitting of the initial set of objects or observations into subsets associated with classes, which are determined by certain attributes on each cycle of the recursive partition. The splitting is carried out by the decision rules in which the attribute values are checked for this condition. An example of using decision trees would be issuing a loan to a bank customer. We need a database on the basis of which the forecasting will be carried out. This database should contain the initial data on the bank's customers: [4]

- age;
- education;
- availability of real estate (housing / car / enterprise);
- monthly income;
- loan repayment on time;

Thus, it is clear that, on the basis of the above attributes, prediction will be made whether it is worth issuing a loan to a new client. This task will be solved in two stages. First, we construct a classification model, that is, this classification tree or set of classification rules. Secondly, we use the constructed model to make a decision on new customers, namely, the built model will be the path from its root to one of the vertices, which are a set of rules for a specific question that will be used to answer the question "Will I give a loan?"

The rule set will be a logical construction, in the following form:

"if: <condition> then: <operator>".

Suppose that for the above example there is a statistic presented in the form of a table.

Table 1. **Baseline data of bank customers**

	Age	availability of real estate	education	average monthly income	loan repayment
1	40(age>30)	yes	higher	highest	yes
2	50(age>30)	yes	higher	highest	yes
3	65(age>60)	no	secondary	middle	no
4	32(age>30)	yes	higher	middle	yes
5	25(age>30)	no	secondary	lowest	no
6	20(age>30)	no	secondary	lowest	no
7	28(age>30)	yes	secondary	middle	yes

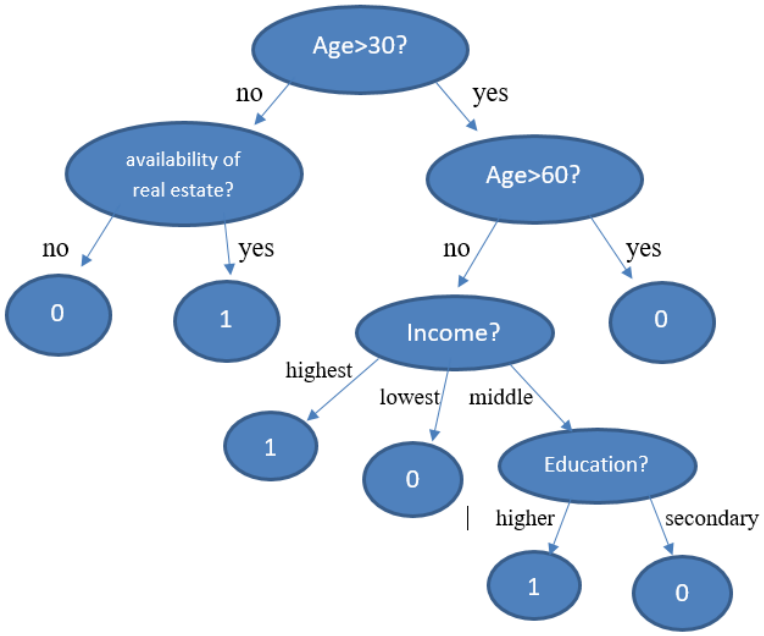


Fig. 1. Example of a decision tree for the "loan to the client" problem
(1- to issue a loan, 0-not to issue)

Thus, this example shows that the internal nodes of the tree are attributes of the described database. These attributes are called splitting attributes. The end nodes of the tree, labeled class, are the values of the dependent categorical variable “issue” or “not issue” credit.

At each stage, it is necessary to specify a conditional check (split predicate) that would break the set that is associated with this node into subsets. For such a check, one of the database attributes should be selected, except for the dependent variable. This question of choosing the splitting attribute is the main point in the automated construction of decision trees.

The general rule for selecting an attribute is as follows: the selected attribute must break up the set so that the result of the subset consists of objects that belong to the same class or are as close as possible to it, that is, the number of objects from other classes in each of these sets less.

The C4.5 algorithm uses the concept of data increment or entropy reduction to select the optimal splitting at each node of the decision tree. Because a decrease in entropy leads to an increase in information and vice versa. First you need to consider the concept of entropy. If there is a variable X whose k possible values have probabilities p1, p2, ... pk. How much information is needed to transmit a stream of characters that represent the values of the observed X? The answer to this question is entropy X and is defined as

$$H(X) = -\sum_j p_j \log(p_j) \tag{1}$$

Algorithm C4.5 uses the concept of entropy as follows. It can be assumed that there is a splitting attribute S that divides the training data set T into several subsets, T1, T2, ... Tk. The average amount of information on these subsets can be calculated as a weighted sum of the entropies of individual subsets, as follows: [5]

$$H_s(T, D) = \sum_{i=1}^{s} P_i H_s(T_i, d), \tag{2}$$

where Pi represents the proportion of records in the subset i, Hs (T, D) is the entropy of the splitting of the data set T by the splitting attribute S with the dependent variable D, H (Ti, D) is the entropy of the subset Ti of splitting by the splitting attribute S with the dependent variable D, s is the number of splitting attribute values S (determines the number of splitting subsets (classes)). [6]

Then, one can determine the information gain or decrease in entropy (information gain or entropy reduction) when splitting the initial set T into subsets by splitting attribute s as:

$$Gain(T,S) = H(T,D)\text{-}H_s(T,D), \quad (3)$$

where H (T, D) is the entropy of the initial data set T by the attribute of the D-dependent variable.

$$H(T,D) = \sum_{i=1}^{d} P_i H(T_i, D), \quad (4)$$

where d is the number of attribute values of the D-dependent variable.

Thus, the information gain is produced by dividing the initial set of training data T in accordance with the splitting attribute S. At each node, C4.5 chooses the optimal splitting, which has the highest gain factor information Gain (T, S). Perform the calculation of the entropy and the increase in information on the determination of the optimal attribute for example. Calculate the entropy of the original dataset H (T).

$$H(T,Loan) = -\frac{4}{7}\log_2\frac{4}{7} - \frac{3}{7}\log_2\frac{3}{7} \approx 0.9852 \quad (5)$$

Here, credit is a dependent variable.

Calculate the increments of information for various attributes.

Increment of information on the splitting attribute "Income":

$$\text{Gain(T, Income)} = \text{H(T, Loan)} - \frac{2}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{high.}}, \text{Loan}) - \frac{3}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{mid.}}, \text{Loan}) - \frac{2}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{low.}}, \text{Loan})$$

$$\approx 0{,}9852 - \frac{2}{7}\left(-\frac{2}{7}\log_2\frac{2}{2} - \frac{0}{2}\log_2\frac{0}{2}\right) - \frac{3}{7}\left(-\frac{2}{3}\log_2\frac{2}{3} - \frac{1}{3}\log_2\frac{1}{3}\right) - \frac{2}{7}\left(-\frac{0}{2}\log_2\frac{0}{2} - \frac{2}{2}\log_2\frac{2}{2}\right) \approx 0.9181$$

The increase in information on the splitting attribute "Age":

$$\text{Gain(T,Age)} = \text{H(T, Loan)} - \frac{3}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{age>30}}, \text{Loan}) - \frac{1}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{age>60}}, \text{Loan}) - \frac{3}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{age<=30}}, \text{Loan})$$

$$\approx 0{,}9852 - \frac{3}{7}\left(-\frac{3}{3}\log_2\frac{3}{3} - \frac{0}{3}\log_2\frac{0}{3}\right) - \frac{1}{7}\left(-\frac{0}{1}\log_2\frac{0}{1} - \frac{1}{1}\log_2\frac{1}{1}\right) - \frac{3}{7}\left(-\frac{1}{3}\log_2\frac{1}{3} - \frac{2}{3}\log_2\frac{2}{3}\right) \approx 0.9181$$

Increment of information on the splitting attribute "Availability of real estate":

$$\text{Gain(T, Real estate)} = \text{H(T, Loan)} - \frac{4}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{yes}}, \text{Loan}) - \frac{3}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{no}}, \text{Loan})$$

$$\approx 0{,}9852 - \frac{4}{7}\left(-\frac{4}{4}\log_2\frac{4}{4} - \frac{0}{4}\log_2\frac{0}{4}\right) - \frac{3}{7}\left(-\frac{0}{3}\log_2\frac{0}{3} - \frac{3}{3}\log_2\frac{3}{3}\right) \approx 0.9181$$

Increase information on the attribute of splitting "Education":

$$\text{Gain(T, Education)} = \text{H(T, Loan)} - \frac{3}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{high.}}, \text{Loan}) - \frac{1}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{second.}}, \text{Кредит}) - \frac{3}{7}\text{H}(\text{T}_{\text{second.}}, \text{Loan})$$

$$\approx 0{,}9852 - \frac{3}{7}\left(-\frac{3}{3}\log_2\frac{3}{3} - \frac{0}{3}\log_2\frac{0}{3}\right) - \frac{1}{7}\left(-\frac{0}{1}\log_2\frac{0}{1} - \frac{1}{1}\log_2\frac{1}{1}\right) - \frac{3}{7}\left(-\frac{1}{3}\log_2\frac{1}{3} - \frac{2}{3}\log_2\frac{2}{3}\right) \approx 0.9181$$

Thus, the calculation of the increase in information shows that the best at the first level is to check the attribute "The availability of real estate", in which the growth rate of information Gain (T, Real estate) = 0.9852. With this in mind, the decision tree of this example will look like in Figure 2.

Select the data set for the right branch from the initial data set (Table 2). This is necessary for the recursive application of the decision tree construction algorithm to determine the splitting attribute for the next level. For this, the set of possible attributes includes: age, education, income. The attribute "The availability of real estate" is used for splitting on the first level.

Table 2. **Data set for the selection of the second splitting attribute.**

	Age	availability of real estate	education	average monthly income	loan repayment
1	40(age>30)	yes	higher	highest	yes
2	50(age>30)	yes	higher	highest	yes
4	32(age>30)	yes	higher	middle	yes
7	28(age>30)	yes	secondary	middle	yes

Calculate the entropy of the original dataset H (T) for the next level of splitting. H(T,Loan)= $-\frac{4}{4}\log_2\frac{4}{4}-\frac{0}{4}\log_2\frac{0}{4}\approx 0$. Since the entropy of this set for the next level is zero, this means that the process of building the decision tree for this example is complete. The resulting decision tree for this source data set of example statistics is optimal (Fig. 2). However, it should be borne in mind that the original sample may not cover all possible cases in reality, so the final decision on the structure of the decision tree is left to the user.



Fig. 2. The optimal decision tree for example

Clustering Algorithms. Hierarchical cluster method.

The aim of database segmentation is to partition a database into an unknown number of segments, or clusters, of similar records, that is, records that share a number of properties and so are considered to be homogeneous. This approach uses unsupervised learning to discover homogeneous subpopulations in a database to improve the accuracy of the profiles. Database segmentation is less precise than other operations and is therefore less sensitive to redundant and irrelevant features [7].

As a classification task, an analysis was conducted on the annual growth and outflow of bank customers. For the initial data were taken financial data of the bank. The result was the following table with the original data [8]:

Table 3. **Baseline Customer Information for the Clustering Method**

Year	*Number of clients (in thousands)*
2009	1,39
2010	11,63
2011	20,73
2012	39,99
2013	72,29
2014	125,05
2015	150,26
2016	169,22
2017	231,22
2018	241,88

The method of "nearest neighbor".

Data set (above is in the table):

1,39 20,73 39,99 72,29 125,05 150,26 169,22 231,22 241,88

Step 1. Since singleton clusters are considered, the minimum distance between any record of cluster A and any record of cluster B will be searched between the elements. These will be clusters with elements 231.22, 241.88, the distance between them is 10.66.

Step 2. Examining the cluster options shows that the cluster (150.26,) should cluster with the cluster (169.22) with a distance of 18.96.

Step 3. At this step, it is necessary to merge a cluster.

(20.73) with a cluster (39.99) with a distance of 18.96.

Step 4. In this step, clusters (1.39) and (20.73, 39.99) are combined with a distance of 19.34.

Step 5. Clusters (125.05) and (150.26, 169.22) are combined with a distance of 25.21.

Step 6. The clusters (1.39, 20.73, 39.99) and (72.29) are combined with a distance of 32.3.

Step 7. Finally, clusters (1.39, 20.73, 39.99, 72.29) and (125.05, 150.26, 169.22) are combined with a distance of 52.76.

Step 8. Finally, clusters (1.39, 20.73, 39.99, 72.29, 125.05, 150.26, 169.22) and (231.22, 241.88) are combined with a distance of 62 [9].

Table 4. **Solution of the problem using the "nearest neighbor" method.**

Step	1.39	20.73	39.99	72.29	125.05	150.26	169.22	231.22	241.88
1								231.22, 241.88 d=10.66	
2						150.26, 169.22 d=18.96			
3		20.73, 39.99 d=18.96							
4	1.39, 20.73, 39.99 d=19.34								
5					125.05, 150.26, 169.22 d=25.21				
6	1.39, 20.73, 39.99, 72,29 d=32.3.								
7	1.39, 20.73, 39.99, 72,29, 125.05, 150.26, 169.22 d=52.76.								
8	1.39, 20.73, 39.99, 72,29, 125.05, 150.26, 169.22, 231.22, 241.88 d=62.								

Conclusion

The article describes the means of multidimensional classification, in particular the method of cluster analysis, as well as their application relative to the banking sector. The main classification methods are highlighted and the use of Data Mining algorithms in analyzing banking data in the context of improving the banking system is described.

The methods of Data Mining contribute to the improvement of the quality of work of banks, since they are based on the structuring of objects of different nature, as well as their discrimination.

However, the predicted values give us a general idea, but in no way accurate values, i.e. the methods can determine the approximate values of the predicted values of the predicted variable.

REFERENCES

[1] Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms Mehmed Kantardzic. John Wiley & Sons, 5 янв. 2011 г.

[2] Applied Data Mining: Statistical Methods for Business and Industry. Paolo Giudici John Wiley & Sons, 27 сент. 2005 г.

[3] Database systems: A practical approach to design, implementation and management. Thomas Connoly, Carolyn Begg. fifth editopn p.1233-1234

[4] Entropy and Entropy Generation: Fundamentals and Applications. J.S. ShinerSpringer Science & Business Media, 1996.

[5] Data Mining With Decision Trees: Theory And Applications (2nd Edition). Maimon Oded Z, Rokach Lior, World Scientific, 2014.

[6] Very Fast C4.5 Decision Tree Algorithm. Anis Cherfi, Kaouther Nouira, Ahmed Ferchichi. Taylor & Francis CatchWord, 2018.

[7] Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications. Guojun Gan, Chaoqun Ma, Jianhong Wu, SIAM, 2007.

[8] Nearest Neighbor Search: A Database Perspective. Apostolos N. Papadopoulos, Yannis Manolopoulos, Springer Science & Business Media, 2006.

[9] Pattern Recognition Algorithms for Data Mining. Sankar K. Pal, Pabitra Mitra. CRC Press, 2004.

Маматова Г.Ө., Балғабек А.А., Бекаулова Ж.М., Толғанбаева Г.А., Омарова Р.Д.

Банк секторындағы тапсырмаларды data mining алгоритмдер арқылы шешу

Түйіндеме: Бұл мақалада банк және ішінде өткізілетін операциялары қарастырылады. Бүгінгі күннің өзінде ірі банктердің менеджерлерінің жұмысының автоматтандыру маңыздылығы бар. Мысалы, «Клиентке несие беру керек пе?» деген тапсарманың шешімі қабылданды және Data Mining алгоритмдерін пайдалану арқылы клиенттердің ағыны болжанған болатын. Зерттеу нысаны банктің басқа бөлімдері болып табылады, мысалы, қаржы және қызметкерлер.

Түйін сөздер: Деректерді өңдеу, шешім ағаштары, кластерлеу алгоритмдері, іріктеу, тапсырмалар.

УДК 519.63

A. Temirkhanov, M. Inkarbekov, B. Assilbekov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
e-mail: amirkhan.temirkhanov@gmail.com)

NODAL DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD FOR LARGE EDDY SIMULATION OF TURBULENT FLOWS

Abstract. The aim of the paper is to construct a two-dimensional LES solver for turbulent problems using nodal discontinuous Galerkin method. As a test problem, the problem of the mixing layer is considered. A mathematical and numerical model of the task of the time-varying mixing layer is constructed. The procedure for solving the discontinuous Galerkin nodal method is given. On the basis of comparing the results of the transverse change of the Reynolds-averaged subgrid and allowed dispersion, the efficiency of the constructed solver was demonstrated.

Key words: DG, LES, DNS, CFD, turbulence, mixing layer.

Ә.Б. Темірханов, М.К. Инкарбеков, Б.К. Асилбеков
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
e-mail: amirkhan.temirkhanov@gmail.com)

УЗЛОВОЙ МЕТОД РАЗРЫВНОГО ГАЛЕРКИНА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ВИХРЕЙ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Аннотация. Целью работы является построение двумерного LES решателя турбулентных задач с помощью узлового метода разрывного Галеркина. В качестве тестовой задачи рассмотрена задача слоя смешения. Построена математическая и численная модель задачи развивающегося по времени слоя смешения. Приведена процедура решения узловым методом разрывного Галеркина. На основании сравнения результатов поперечного изменения осредненных по Рейнольдсу подсеточной и разрешенной дисперсии продемонстрирована работоспособность построенного решателя.

Ключевые слова: DG, LES, DNS, CFD, турбулентность, слой смешения.

Введение

Турбулентность является одной из наиболее сложных и важных проблем механики. В результате растущего значения сверхзвукового горения в последнее время вновь возрос интерес к сжимаемому турбулентному слою смешения. Сжимаемость играет решающую роль в стабильности и перемешивании сдвиговых слоев, и ее эффекты способны вызывать изменения порядка величин по сравнению с несжимаемым потоком [1].

Существует 3 наиболее часто используемых способа моделирования турбулентности. Одним из самых простых (математически) и наиболее точных является прямое численное моделирование (DNS). Существует еще один способ турбулентного моделирования, который основан на подходе осреднения уравнений Навье-Стокса по Рейнольдсу (RANS). Наиболее эффективным подходом

турбулентного моделирования является моделирование крупных вихрей (LES). В вычислительных затратах LES лежит между моделями RANS и DNS, и это связано с ограничениями каждого из этих подходов [1].

Наиболее часто используемые численные методы уравнений в частных производных - это метод конечных разностей (МКР), метод конечных объемов (МКО), метод конечных элементов (МКЭ) и метод конечных элементов разрывного Галеркина (МКЭ-РГ) или метод разрывного Галеркина (РГ) [4].

Метод РГ является современным численным методом. Он основан на сочетании МКЭ с идеей МКО. Используя РГ, можно решать законы сохранения со сложной геометрией, с высоким порядком точности и точными граничными условиями Неймана. В отличие от МКЭ, который хорош в эллиптических задачах, РГ поддерживать решение эллиптических уравнений непросто. Однако он применяется для гиперболических и параболических задач [4].

Постановка тестовой задачи и основные уравнения

Рассмотрим задачу слоя смешения в квадратной области ($\Omega = \{-l \le x \le l; -h \le y \le h\}$) с двумя параллельными сжимаемыми потоками однородных газов с разными направлениями скорости по оси OX. Схематическое изображение исследуемой области показано на рисунке 1.

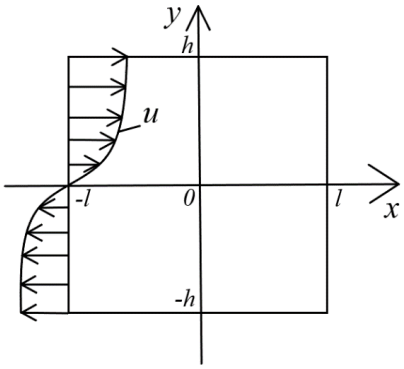


Рис. 1. Схематическое представление задачи

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

Уравнения импульса:

$$\frac{\partial \rho u}{\partial t} + \frac{\partial \rho u^2}{\partial x} + \frac{\partial \rho uv}{\partial y} = \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y}$$

$$\frac{\partial \rho u}{\partial t} + \frac{\partial \rho uv}{\partial x} + \frac{\partial \rho v^2}{\partial y} = \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} \quad (2)$$

Уравнение сохранения массы:

$$\frac{\partial \rho Y}{\partial t} + \frac{\partial \rho uY}{\partial x} + \frac{\partial \rho vY}{\partial y} = -\frac{\partial J_x}{\partial x} - \frac{\partial J_y}{\partial y} \quad (3)$$

Уравнение энергии:

$$\frac{\partial \rho E}{\partial t} + \frac{\partial \rho Eu}{\partial x} + \frac{\partial \rho Ev}{\partial y} = \frac{\partial \sigma_{xx} u}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy} v}{\partial x} - \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy} v}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{xy} u}{\partial y} - \frac{\partial q_y}{\partial y} \quad (4)$$

Уравнение состояния идеального газа:

$$p = \frac{\rho T}{\gamma M^2} \tag{5}$$

Температура определяется по формуле:

$$T = \gamma(\gamma - 1)M^2\left(E - \frac{(u^2+v^2)}{2}\right) \tag{6}$$

Компоненты тензора напряжений определяются с помощью формул:

$$\sigma_{xx} = -p + 2\frac{\mu}{Re\left(\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{1}{3}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right)\right)}$$

$$\sigma_{xy} = \frac{\mu}{Re\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)} \tag{7}$$

$$\sigma_{yy} = -p + 2\frac{\mu}{Re\left(\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{1}{3}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right)\right)}$$

Диффузионные потоки представляются законом Фика:

$$J_x = -\frac{\mu}{ScRe\frac{\partial Y}{\partial x}};\ J_y = -\frac{\mu}{ScRe\frac{\partial Y}{\partial y}} \tag{8}$$

Потоки тепла определяются согласно закону Фурье:

$$q_x = -\frac{\mu}{Pr\,Re(\gamma\text{-}1)M^2}\frac{\partial T}{\partial x};\ q_y = -\frac{\mu}{Pr\,Re(\gamma\text{-}1)M^2}\frac{\partial T}{\partial y} \tag{9}$$

Начальные условия для уравнений (1.1) - (1.3) имеют вид:

$$\begin{gathered} T = T_0 \\ \rho = \rho_0 \\ u = tanh\big(\theta(y + y_0)\big) + 2a(y + y_0)\cdot exp(-(y + y_0)^2)\cdot\left(sin(\alpha x) + sin\left(\frac{1}{2}\alpha x\right) + sin\left(\frac{1}{4}\alpha x\right)\right) \\ v = -\alpha\cdot exp(-(y + y_0)^2)\cdot a\left(cos(\alpha x) + \frac{1}{2}cos\left(\frac{1}{2}\alpha x\right) + \frac{1}{4}cos\left(\frac{1}{4}\alpha x\right)\right) \\ Y = \frac{1}{2}\big(1 + tanh\big(\theta(y + y_0)\big)\big) \end{gathered} \tag{10}$$

Граничные условия имеют следующий вид:

$$\begin{gathered} \rho|_{y=-h} = \rho_0;\ \rho|_{y=h} = \rho_0 \\ u|_{y=-h} = u_0;\ u|_{y=h} = u_0 \\ v|_{y=-h} = 0;\ v|_{y=h} = 0 \\ Y|_{y=-h} = Y_0;\ Y|_{y=h} = Y_0 \\ E|_{y=-h} = E_0;\ E|_{y=h} = E_0 \end{gathered} \tag{11}$$

На входе и выходе граничные условия периодические для каждой переменной.
Моделирование крупных вихрей предполагает использование операции фильтрации [6]:

$$\langle f(\mathbf{x},t)\rangle_l = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\mathbf{x}',t)\,G(\mathbf{x}',\mathbf{x})\mathbf{dx}',$$

где $G(\mathbf{x}',\mathbf{x}) \equiv G(\mathbf{x}'-\mathbf{x})$ обозначает функцию фильтра, $\langle f(\mathbf{x},t)\rangle_l$ представляет отфильтрованное значение транспортной переменной $f(\mathbf{x},t)$, и $f'(\mathbf{x},t) = f(\mathbf{x},t) - \langle f(\mathbf{x},t)\rangle_l$ обозначает флуктуации функции $f(\mathbf{x},t)$ от фильтруемого значения.

Функция фильтра должна удовлетворять следующим условиям:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G(\mathbf{x})\mathbf{dx} = 1,$$
$$G(\mathbf{x}) = G(-\mathbf{x}),$$
$$G(\mathbf{x}) \geq 0\ \forall \mathbf{x} \in \mathcal{R},$$

где $\mathcal{R}$ - множество действительных чисел.

При использовании осреднения Фавра уравнения неразрывности, изменения количества движения, массовой доли и полной энергии имеют вид [6]:

$$\frac{\partial\langle\rho\rangle_l}{\partial t} + \frac{\partial\langle\rho\rangle_l\langle u_j\rangle_L}{\partial x_j} = 0$$

$$\frac{\partial\langle\rho\rangle_l\langle u_i\rangle_L}{\partial t} + \frac{\partial\langle\rho\rangle_l\langle u_j\rangle_L\langle u_i\rangle_L}{\partial x_j} = -\frac{\partial\langle p\rangle_l}{\partial x_i} + \frac{\partial\langle\tau_{ij}\rangle_l}{\partial x_j} - \frac{\partial T_{ij}}{\partial x_j}$$

$$\frac{\partial\langle\rho\rangle_l\langle Y\rangle_L}{\partial t} + \frac{\partial\langle\rho\rangle_l\langle u_j\rangle_L\langle Y\rangle_L}{\partial x_j} = -\frac{\partial\langle J_j\rangle_l}{\partial x_j} - \frac{\partial M_j}{\partial x_j}$$

$$\frac{\partial\langle\rho\rangle_l\langle E\rangle_L}{\partial t} + \frac{\partial\langle\rho\rangle_l\langle u_j\rangle_L\langle E\rangle_L}{\partial x_j} = -\frac{\partial\langle q_j\rangle_l}{\partial x_j} + \frac{\partial\langle\tau_{ij}\rangle_l\langle u_j\rangle_L}{\partial x_j} - \frac{\partial W_j}{\partial x_j}$$

где $T_{ij} = \langle\rho\rangle_l\left(\langle u_j u_i\rangle_L - \langle u_j\rangle_L\langle u_i\rangle_L\right)$ - напряжения подсеточного масштаба, $M_j = \langle\rho\rangle_l\left(\langle u_j Y\rangle_L - \langle u_j\rangle_L\langle Y\rangle_L\right)$ - массовый поток подсеточного масштаба и $W_j = \langle\rho\rangle_l\left(\langle u_j E\rangle_L - \langle u_j\rangle_L\langle E\rangle_L\right)$ - тепловой поток подсеточного масштаба.

Согласно модели Смагоринского для сжимаемых жидкостей подсеточное напряжение T_{ij} имеет следующий вид [6]:

$$T_{ij} = -2\langle\rho\rangle_l\nu_t\left(\langle S_{ij}\rangle_L - \frac{1}{3}\langle S_{kk}\rangle_L\delta_{ij}\right) + \frac{2}{3}\langle\rho\rangle_l C_I\Delta^2 S^2\delta_{ij}$$

$$\nu_t = C_S^2\Delta^2 S^2$$

$$S = \sqrt{2\langle S_{ij}\rangle_L\langle S_{ij}\rangle_L}$$

$$M_j = -\langle\rho\rangle_l\frac{\nu_t}{Sc_t}\frac{\partial\langle Y\rangle_L}{\partial x_j};\ W_j = -\langle\rho\rangle_l\frac{\nu_t}{Pr_t}\frac{\partial\langle T\rangle_L}{\partial x_j}$$

Процедура решения методом разрывного Галеркина

Перепишем уравнения (1)-(5) в квазилинейном векторном виде, таком как:

$$\frac{\partial \vec{U}}{\partial t}+\frac{\partial\left(\vec{F}-\vec{F}^{v}\right)}{\partial x}+\frac{\partial\left(\vec{G}-\vec{G}^{v}\right)}{\partial y}=0$$

$$\vec{U}=\begin{pmatrix}\rho\\ \rho u\\ \rho v\\ \rho E\\ \rho Y\end{pmatrix},\quad \vec{F}=\begin{pmatrix}\rho u\\ \rho uu\\ \rho vu\\ \rho Eu\\ \rho Yu\end{pmatrix},\quad \vec{G}=\begin{pmatrix}\rho v\\ \rho uv\\ \rho vv\\ \rho Ev\\ \rho Yv\end{pmatrix},$$

$$\vec{F}^{v}=\begin{pmatrix}0\\ \sigma_{xx}+T_{xx}\\ \sigma_{xy}+T_{xy}\\ \left(\sigma_{xx}+T_{xx}\right)u+\left(\sigma_{xy}+T_{xy}\right)v-q_x-W_x\\ -J_x-M_x\end{pmatrix},\quad \vec{G}^{v}=\begin{pmatrix}0\\ \sigma_{xy}+T_{xy}\\ \sigma_{yy}+T_{yy}\\ \left(\sigma_{xy}+T_{xy}\right)u+\left(\sigma_{yy}+T_{yy}\right)v-q_y-W_y\\ -J_y-M_y\end{pmatrix}.$$

В методе разрывного Галеркина мы ищем глобальное решение уравнений как объединение решений в каждом элементе [4]:

$$U=\bigcup_{i,j}U^{ij}$$

Локальное полиномиальное решение записывается следующим образом:

$$U^{ij}=\sum_{k=1}^{Np}\sum_{l=1}^{Np}U^{ij}(x_k,y_l,t)\psi_{kl}(x,y),$$

$$F^{ij}=\sum_{k=1}^{Np}\sum_{l=1}^{Np}F^{ij}(x_k,y_l,t)\psi_{kl}(x,y),$$

$$F^{vij}=\sum_{k=1}^{Np}\sum_{l=1}^{Np}F^{vij}(x_k,y_l,t)\psi_{kl}(x,y),$$

$$G^{ij}=\sum_{k=1}^{Np}\sum_{l=1}^{Np}G^{ij}(x_k,y_l,t)\psi_{kl}(x,y),$$

$$G^{vij}=\sum_{k=1}^{Np}\sum_{l=1}^{Np}G^{vij}(x_k,y_l,t)\psi_{kl}(x,y),$$

$$x,y,\psi_{kl}\in D_{ij}$$

Чтобы вывести схему РГ, мы умножаем тестовую функцию φ_{mn} на невязку:

$$R^{ij}(x,y,t)=\frac{\partial U^{ij}}{\partial t}+\frac{\partial F^{*ij}}{\partial x}+\frac{\partial G^{*ij}}{\partial y}$$

и интегрируем по элементу, приравнивая к нулю:

$$\int_{D_{ij}}\frac{\partial U^{ij}}{\partial t}\phi_{mn}dV+\int_{D_{ij}}\frac{\partial F^{*ij}}{\partial x}\phi_{mn}dV+\int_{D_{ij}}\frac{\partial G^{*ij}}{\partial y}\phi_{mn}dV=0$$

где $F^{*ij}=F^{ij}-F^{vij}, G^{*ij}=G^{ij}-G^{vij}$.

Окончательная схема имеет вид:

$$\frac{\Delta x \Delta y}{4}\frac{dU^{ij}(\xi_k,\eta_l,t)}{dt}M_{klmn} +$$
$$+\frac{\Delta y}{2}\left(\left(F^{ij}\phi_{mn}\right)*\big|_{\xi=1} - \left(F^{ij}\phi_{mn}\right)*\big|_{\xi=-1} - F^{ij}(\xi_k,\eta_l,t)Sx_{klmn}\right) +$$
$$+\frac{\Delta x}{2}\left(\left(G^{ij}\phi_{mn}\right)*\big|_{\eta=1} - \left(G^{ij}\phi_{mn}\right)*\big|_{\eta=-1} - G^{ij}(\xi_k,\eta_l,t)Sy_{klmn}\right) =$$
$$= 0,$$
$$M_{klmn} = \int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1}\psi_{kl}\phi_{mn}d\xi d\eta,$$
$$Sx_{klmn} = \int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1}\psi_{kl}\frac{\partial\phi_{mn}}{\partial\xi}d\xi d\eta, Sy_{klmn} = \int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1}\psi_{kl}\frac{\partial\phi_{mn}}{\partial\eta}d\xi d\eta$$

Здесь использованы центральные численные потоки:

$$\left(F^{ij}\phi_{mn}\right)*\big|_{\xi=1} = \int_{-1}^{1}\left(\frac{F^{ij}\big|_{\xi=1} + F^{i+1j}\big|_{\xi=-1}}{2}\phi_{mn}|_{\xi=1}\right)d\eta$$
$$\left(F^{ij}\phi_{mn}\right)*\big|_{\xi=-1} = \int_{-1}^{1}\left(\frac{F^{ij}\big|_{\xi=-1} + F^{i-1j}\big|_{\xi=1}}{2}\phi_{mn}|_{\xi=-1}\right)d\eta$$

$$\left(G^{ij}\phi_{mn}\right)*\big|_{\eta=1} = \int_{-1}^{1}\left(\frac{G^{ij}\big|_{\eta=1} + G^{ij+1}\big|_{\eta=-1}}{2}\phi_{mn}|_{\eta=1}\right)d\xi$$
$$\left(G^{ij}\phi_{mn}\right)*\big|_{\eta=-1} = \int_{-1}^{1}\left(\frac{G^{ij}\big|_{\eta=-1} + G^{ij-1}\big|_{\eta=1}}{2}\phi_{mn}|_{\eta=-1}\right)d\xi$$

Результаты численного решения

Используя статистические формулы для построения подсеточной и разрешенной дисперсии, которые имеют вид [6]

$$\overline{\tau(Y,Y)} = \overline{\langle YY\rangle_L} - \left(\overline{\langle Y\rangle_L}\right)\left(\overline{\langle Y\rangle_L}\right),$$
$$R(Y,Y) = \overline{\langle Y\rangle_L\langle Y\rangle_L} - \left(\overline{\langle Y\rangle_L}\right)\left(\overline{\langle Y\rangle_L}\right),$$

проиллюстрируем количество подсеточных и разрешенных параметров, то есть покажем влияние применения моделирования крупных вихрей.

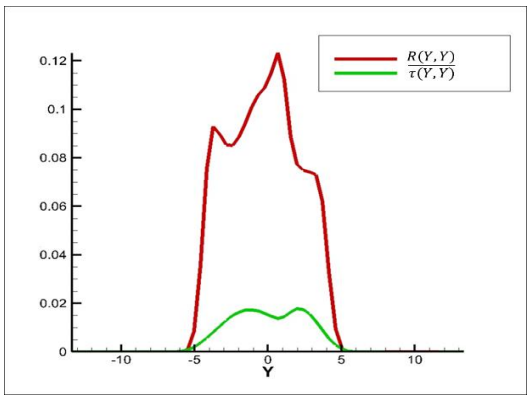


Рис. 2. Поперечное изменение осредненных по Рейнольдсу подсеточной и разрешенной дисперсии

Из рисунка 2 можно сделать вывод, что около 20% моделируется, а остальная часть разрешается согласно моделированию крупных вихрей.

Заключение

В настоящей работе показано, что разрывный метод Галеркина является одним из мощных численных методов для моделирования крупных вихрей турбулентных течений. Основные особенности разработанной численной методологии представлены ниже:

1. Разрывный метод Галеркина (РГ) сочетает в себе преимущества метода конечных объемов и спектральных методов. Преимущество метода конечного объема в том, что он прекрасно подходит для дискретизации геометрически сложных областей, в то же время главное преимущество спектральных методов в обеспечении высокой точности аппроксимации.

2. Даже при низких значениях порядка полинома аппроксимации N_p, полная энергия охватывается с высокой точностью. Такое свойство схемы является особенно притягательной, когда прогноз развития полной энергии имеет первостепенное значение.

3. Высокую численную эффективность и устойчивость схемы разрывного Галеркина можно многократно усилить путем использования высоких порядков полинома аппроксимации N_p ~ 4-6. Такие высокие порядки полиномов приводят к очень незначительным численным диссипациям что очень приветствуется в моделировании крупных вихрей.

4. Особое преимущество данного подхода в том, что значения переменных РГ с легкостью определяются в любой точке элемента в силу того, что эти переменные представляются с помощью простых полиномов. Такое преимущество дает возможность избежать потерю точности за счет использования метода интерполяции нижнего порядка, как используется в обычных приближениях.

5. За счет высокого порядка полиномов аппроксимации, разработанная схема позволяет решать задачи на более грубой сетке по сравнению с обычными дискретизациями, где обычно для повышения точности аппроксимации используется метод сгущения сетки. Следовательно, это позволяет значительно уменьшить выделение оперативной памяти вычислительного устройства.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] S. B. Pope. Turbulent Flows //Cambridge University Press, 2000. –796 с.

[2] C. Huete, A. L. Sanchez, F.A. Williams, J. Urzay Diffusion-flame flickering as a hydrodynamic global mode //Journal of Fluid Mechanics, – 2015. – Т. 798. – С. 997–1014.

[3] Pierre Sagaut, Large Eddy Simulation for Incompressible Flows An Introduction //Springer-Verlag Berlin Heidelberg. –2006. –574 с.

[4] Jan S. Hesthaven, Tim Warburton Nodal Discontinuous Galerkin Methods Algorithms, Analysis and Applications //Springer-Verlag New York. –2008. –502 с.

[5] Thierry Poinsot, Denis Veynante Theoretical and Numerical Combustion //R.T. Edwards, Inc. –2008. –538 с.

[6] Colucci P. J. et al. Filtered density function for large eddy simulation of turbulent reacting flows //Physics of Fluids. – 1998. – Т. 10. – №. 2. – С. 499-515.

[7] Kevin Schaal, Andreas Bauer, Praveen Chandrashekar, Rudiger Pakmor, Christian Klingenberg, Volker Springel Astrophysical hydrodynamics with a high-order discontinuous Galerkin scheme and adaptive mesh refinement //MNRAS 000. –2015. – Т. 4. – №. 453. – С. 1-23.

[8] Yang Zhiyin Large-eddy simulation: Past, present and the future //Chinese Journal of Aeronautics. –2015. – Т. 1. – №. 28. – С. 11-24.

[9] David C. Wilcox Turbulent Modeling for CFD //DCW Industries, Inc. –2006. –544 с.

[10] T. J. Chung Computational Fluid Dynamics //Cambridge University Press. –2010. –1022 с.

[11] Klaus A. Hoffman Computational Fluid Dynamics //Engineering Education System. –2000. –500 с.

[12] D. Anderson, J. Tannehill, R. Pletcher Computational Fluid Dynamics and Heat transfer //Taylor & Francis. –1984. –339 с.

[13] Е.Н. Сукманова Применение Разрывного Метода Галёркина для Решения Невязкой Задачи Бюргерса //Сборник научных трудов НГТУ. –2007. – Т. 1. – №. 47. –С. 99-104.

[14] Cristian R. Nastase, Dimitri J. Mavriplis Journal of Computational Physics //Elsevier. –2006. – Т. 1. –№. 213. –С. 330-357.

[15] Farzana Hussain, M. S. Karima, Razwan Ahamada. Appropriate Gaussian quadrature formulae for triangles //International Journal of Applied Mathematics and Computation Journal Volume. –2012. – Т. 4. –№. 1. –С. 24-38.

[16] Li Wang and Dimitri J. Mavriplis Implicit Solution of the Unsteady Euler Equations for High-Order Accurate Discontinuous Galerkin Discretizations //Journal of Computational Physics. –2007. – Т. 2. –№. 225. –С. 1994-2015.

[17] E. Garnier, N. Adams, P. Sagaut, Large Eddy Simulation for Compressible Flows //Springer-Verlag Berlin Heidelberg. –2009. –316 c.

[18] К.Н. Волков, В.Н. Емельянов Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 368 с.

Темірханов Ә.Б., Инкарбеков М.К., Асилбеков Б.К.

Турбулентті ағыстардағы ірі құйындарды түйінді үзілісті Галеркин әдісімен модельдеу

Түйіндеме. Жұмыстың мақсаты - үзілісті Галеркин әдісімен турбулентті есептерге арналған екі өлшемді LES есептеуішін құрастыру. Сынақ мәселесі ретінде араластыру қабатының мәселесі қарастырылады. Уақытты өзгерткен араластыру қабатының міндеттерінің математикалық және сандық моделі жасалды. Түйінді үзілісті Галеркиннің әдісімен шешу тәртібі келтірілген. Рейнольдс-орташаланған субгридтің көлденең өзгеруінің нәтижелерін салыстыру және рұқсат етілген дисперсия нәтижесі бойынша салынған шешердің тиімділігі көрсетілді.

Түйін сөздер: DG, LES, DNS, CFD, турбуленттілік, араластыру қабаты.

УДК 519.86

R.K. Shakenova
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: rshaken@mail.ru)

ON ONE TASK OF THE TRANSPORT NETWORK

Abstract. With the increase in transport units, new road problems appear. The article is devoted to practical problems of traffic jams. It is proposed to create practically solvable four types of other problems on the basis of initial data.

Key words: Count, transportation problem, matrix, tops, bandwidth.

Р.К. Шакенова
(Satbayev university, Алматы, Казахстан. E-mail: rshaken@mail.ru)

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Аннотация. С увеличением транспортных единиц появляются новые дорожные проблемы. Статья посвящена практическим проблемам пробок на дорогах. Предлагается на основе исходных данных составить практически решаемые четыре типа других задач.

Ключевые слова: Граф, транспортная задача, матрица, вершины, пропускная способность.

Введение

Сетью называется ориентированный граф G=(V, E), где V – множество вершин, а E – множество ребер. В графе выделены две вершины: исток «s» и сток «t». Каждому ребру (vi, vj)$\in E$ поставлено в соответствие число c(vi,vj)≥ 0, называемое пропускной способностью ребра, c(vi, vj)=0 в случае, если это ребро не принадлежит множеству E [1, 2]. Для удобства мы предполагаем, что в графе нет «бесполезных» вершин (каждая вершина v$\in V$ лежит на каком-то пути $s \to v \to t$ из стока в сток). В таком случае граф связен и $|E| \geq |V| - 1$. т.е. каждая вершина каким-то образом охватывается [4].

Определение потока: Пусть дана сеть G=(V, E), пропускная способность которой задается функцией c. Сеть имеет исток «s» и сток «t». Потоком в сети G назовем функцию f: $V \times V \to R$, удовлетворяющую трем свойствам:

а) Ограничение, связанное с пропускной способностью: $f(u,v) \leq c(u,v)$ для всех u, v из V.

б) Кососимметричность: $f(u,v) = -f(v,u)$.

в) Сохранение потока: $\sum_{v \in V} f(u,v) = 0$

для всех u из $V - \{s,t\}$.

Под пропускной способностью дороги (ветви графа) будем понимать максимально возможное количество единиц транспорта, которое способна пропустить через себя ветвь за выбранную единицу времени. Длина дороги задается в условных единицах. Величина потока определяет количество единиц транспорта, движущееся по участку сети. Характеристики участков транспортной сети, заданной графом (G,N), определяется при помощи следующих матриц.

Матрица распределения начального потока $X^0 = \|x_{ij}^0\|$ содержит элементы x_{ij}^0 $(i, j = 1, \dots, N)$, каждый из которых определяет величину начального транзитного потока на ветви транспортной сети от i – го узла к j- тому.

Матрица пропускных способностей $C(t) = \|c_{ij}(t)\|$ содержит элементы $c_{ij}(t)$ $(t = 1, \dots, T_m$ - время моделирования; $i, j = 1, \dots, N)$, которые определяют пропускную способность дороги транспортной сети от i – го узла к j – тому, изменяющуюся во времени в зависимости от износа участка дороги и параметров внешней среды.

Матрица расстояний $L = \|l_{ij}\|$ содержит элементы l_{ij} $(i, j = 1, \dots, N)$, которые определяют расстояние в транспортной сети от i – го узла к j – тому. Если $l_{ij} = 0$, то в транспортной сети i –ый узел не связан с j - тым узлом.

Матрица $T = \|t_{ij}\|$ содержит элементы t_{ij} , которые задаются отношением $t_{ij} = \frac{l_{ij}}{x_{ij}}$ $(i, j = 1, \dots, N)$ и определяют время движения транспортных едеиниц потока от i – го узла к j – тому.

В качестве примера рассмотрим часть города А., представленная на рисунке 1. Представим упрощенную схему, включающую только наиболее значимые дороги. Точке 1 соответствует начальный пункт на проспекте Абая (т.е. остановка), точке 2 – остановка на Мынбаева, точке 3 – остановка на Сатпаева, точке 4 – остановка на Ауэзова, точке 5 – остановка на Жандосова, точке 6 – остановка на аль- Фараби, точке 7 – остановка на Навои. А точки 1, 2, 3, 5, 6 являются остановками по улице Розыбакиева. Числовые данные в этом примере взяты на основе наблюдений и показателей карт Google. Наблюдения производились в течение нескольких недель. Поэтому эта задача скорее практическая нежели строго научная. Особенно в зимний период пробки доставляют огромные неудобства для водителей, из-за чего часто случаются разные дорожные происшествия, аварии.

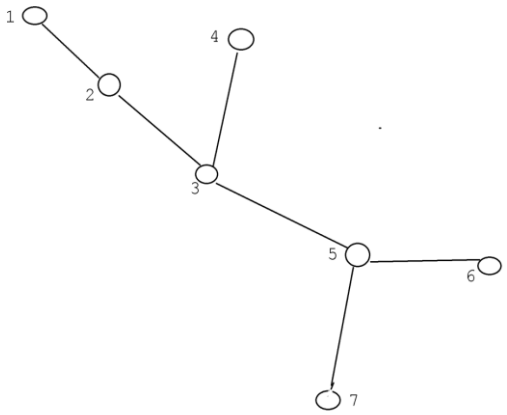


Рис. 1.

Таблица 1. **Характеристики улично-дорожной сети**

Пересечение с улицей	Улица (перегон)	Пересечение с улицей	Длина перегона (м)	Ширина (м)	Количество полос
От Абая	Розыбакиева	до Мынбаева	220		3
От Мынбаева	Розыбакиева	до Сатпаева	370		3
От Сатпаева	Розыбакиева	до Жандосова	320		3
От Жандосова	Розыбакиева	до аль-Фараби	4200		3
От Ауезова	Сатпаева	до Розыбакиева	1600		3
От Розыбакиева	Жандосова	до Навои	1600		3

По результатам наблюдений можно получить средние величины интенсивности движения автом обилей на отобранных участках улично-дорожной сети города А.

Таблица 2. **Интенсивность движения автомобилей**

Место наблюдения	Легковые	Автобусы	Микроавтобусы	Грузовые	Малотоннажные грузовые	Всего
Пр. Абая в сторону Розыбакиева вверх	400	56	14	30	50	550
Ул. Сатпаева в сторону Ауэзова (восток)	108	0	0	8	14	130
Ул. Розыбакиева в сторону Навои (запад)	58	16	0	7	16	97
Ул. Мынбаева в сторону Розыбакиева вверх	346	56	14	28	50	494
Ул. Сатпаева в сторону Розыбакиева вверх	238	56	14	20	36	364
Ул. Розыбакиева в сторону аль-Фараби вверх	180	40	14	13	20	267

Теперь определим матрицу смежности, как квадратную матрицу порядка n, в которой элемент $a_{ij} = 1$, если в графе существует дуга (v_i, v_j), $a_{ij} = 0$, если такой дуги нет.

Для графа, изображенного на рисунке 1, матрица смежности будет выглядеть следующим образом:

$$C=\begin{pmatrix} 0&1&0&0&0&0&0\\ 1&0&1&0&0&0&0\\ 0&1&0&1&1&0&0\\ 0&0&1&0&0&0&0\\ 0&0&1&0&0&1&1\\ 0&0&0&0&1&0&0\\ 0&0&0&0&1&0&0 \end{pmatrix}.$$

Нужно заметить, что если мы будем рассматривать дороги с односторонним движением, то матрица смежности не будет симметричной.

Теперь рассмотрим матрицу потоков X, в которой каждый элемент определяется количеством автомобилей, проходящих по соответствующему пути:

$$X=\begin{pmatrix} 000&550&000&000&000&000&000\\ 530&000&494&000&000&000&000\\ 000&480&000&130&364&000&000\\ 000&000&128&000&000&000&000\\ 000&000&360&000&000&267&097\\ 000&000&000&000&265&000&000\\ 000&000&000&000&093&000&000 \end{pmatrix}$$

Матрица расстояний для рассматриваемого графа:

$$L=\begin{pmatrix} 000&220&000&000&000&000&000\\ 220&000&370&000&000&000&000\\ 000&370&000&1600&320&000&000\\ 000&000&1600&000&000&000&000\\ 000&000&320&000&000&4200&1600\\ 000&000&000&000&4200&000&000\\ 000&000&000&000&1600&000&000 \end{pmatrix}.$$

Составим теперь матрицу T:

$$T=\begin{pmatrix} 000&0.40&000&000&000&000&000\\ 0.41&000&0.75&000&000&000&000\\ 000&0.77&000&12.3&0.88&000&000\\ 000&000&12.5&000&000&000&000\\ 000&000&0.89&000&000&15.7&16.5\\ 000&000&000&000&15.8&000&000\\ 000&000&000&000&17.2&000&000 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, поставленная задача сводится к тому, чтобы минимизировать [5, 6] числовые данные в матрице X, путем добавления нового ребра к рассматриваемому графу.

На основе этих исходных данных можно составить следующие задачи:

1. Поиск путей между заданными вершинами;
2. Поиск интегрального максимального потока транспортной сети в заданном направлении;
3. Поиск оптимального ребра;
4. Нахождение длины очереди.

Решение каждой из этих задач будет интересно для практического решения проблемы с «пробками» на дорогах.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Автотранспортные потоки и окружающая среда. / В.Н. Луканин, А.П. Буслаев, Ю.В. Трофименко, М.В. Яшина. – М.: Инфра-М. 1998.

[2] Оре Н. Теория графов. М.: Наука, 1975.

[3] Гнеденко Б.В. Теория вероятностей. М.: Наука, 1965.

[4] Оре Н. Теория графов. М.: Наука, 1975.

[5] Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М.: Наука, 1979.

[6] Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс -М.. Радио и связь, 1988.

[7] Калихман И.Л. Сборник задач по линейной алгебре и программированию. - М.. Высшая школа, 1969.

Шакенова Р.К.

Транспорт торабындағы бір есеп туралы

Түйіндеме. Көлік бірліктерінің ұлғаюымен жаңа жол проблемалары пайда болуда. Мақала жолдардағы тығындардың практикалық мәселелеріне арналған. Бастапқы деректер негізінде басқа есептердің төрт түрін іс жүзінде шешу ұсынылады.

Түйін сөздер: Граф, көліктік есеп, матрица, төбелер, өткізу қабілеті.

УДК 512(075)

R.V. Karpushenko[1], Z.N. Seytkulova[2]
(Business school, 11 form, Almaty, Kazakhstan. Satpaev University,
Almaty, Kazakhstan. Email: flot.df@gmail.com)

ALGEBRAIC EQUATIONS SOLUTION OF THIRD AND FOURTH ROWS IN THE EXERCISES AND APPLICATIONS

Abstract: one of the most difficult themes in school course of algebra is higher degree equations and systems of equations solving. Moreover, while quadratic equations theory is provided by school textbooks in details, there is almost no information on methods and ways of higher degree equation solving present. Given the fact that new subject called “Algebra and pre-calculus” has been added to the curriculum of some universities in the last few years, a lack of data specifically oriented on this theme of teaching materials can be observed. Thereby, the authors hope that the given article may be a teaching handbook for school teachers on extracurricular math lessons, as well as for college teachers on practical lessons in the course of “Algebra and pre-calculus”.

Key words: theoretical background; reduced, symmetrical, return equations; irrational inequalities; rational polynomial systems of equations.

Р.В. Карпушенко, Ж.Н. Сейткулова

РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ТРЕТЬЕЙ И ЧЕТВЕРТОЙ СТЕПЕНЕЙ В ПРИМЕРАХ И ПРИЛОЖЕНИЯХ

Аннотация: одним из сложных разделов школьной алгебры является решение уравнений и систем высших степеней. При этом, если в школьных учебниках достаточно подробно изложена теория квадратных уравнений, то сравнительно мало информации о методах и способах решения уравнений высших степеней. И с учетом того, что в последние годы в некоторых ВУЗах ввели дисциплину «Алгебра и начала анализа», то сейчас наблюдается некоторый дефицит целенаправленной на эту тему учебно-методической литературы. В

связи с этим, авторы надеются, что предлагаемая работа может служить методическим пособием учителям школ на кружковых занятиях, а также преподавателям ВУЗов на практических занятиях по курсу «Алгебра и начала анализа».

Ключевые слова: теоретические предпосылки; приведенные, симметрические, возвратные уравнения; иррациональные неравенства; нелинейные системы.

I. Кубические уравнения

I.1. Теоретические предпосылки [1]

Рассмотрим кубическое уравнение с действительными коэффициентами в самом общем виде:

$a_3y^3 + a_2y^2 + a_1y + a_0 = 0$ (1)

Так как $a_3 \neq 0$, то делением на a_3 уравнение приводится к виду:

$y^3 + ay^2 + by + c = 0$ где $a = \frac{a_2}{a_3}, b = \frac{a_1}{a_3}, c = \frac{a_0}{a_3}$.

Последнее уравнение заменой $x = y + \frac{a}{3}$ приводится к виду:

$x^3 + px + q = 0$ (2)

Уравнение (2) называется приведенным кубическим уравнением, а число $D = -4p^3 - 27q^2 = -108(\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27})$ называется дискриминантом приведенного кубического уравнения.

Замечание 1. Из основной теоремы алгебры следует, что кубическое уравнение с действительными коэффициентами имеет хотя бы один действительный корень.

Дискриминант позволяет сделать полный анализ количества действительных корней кубического уравнения (2).

1) Если D < 0, то уравнение имеет только один действительный корень;
2) если D = 0, то все три корни уравнения действительны, и два из них равны между собой;
3) если D > 0, то уравнение имеет три различных действительных корня

В XVI веке итальянским математиком Джероламо Кардано для нахождения корней кубического уравнения была получена следующая формула:

$$x = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{2} + \frac{p^3}{27}}}$$

Однако формула Кардано на практике мало применима, так как даже для случая, когда уравнение имеет три действительных корня, не может выразить эти корни только через действительные числа.

I.2. Частные случаи $P_3(x)=0$

a) Уравнения вида $ax^3 + b = 0, \quad (a, b \neq 0)$

Данное уравнение имеет только один действительный корень $x_0 = \sqrt[3]{-\frac{b}{a}}$

b) Уравнения вида $ax^3 + bx^2 + cx = 0, \quad (a \neq 0)$

$ax^3 + bx^2 + cx = x(ax^2 + bx + c) = 0$

$1) x_1 = 0$

$2) ax^2 + bx + c = 0$

$$x_{2;3} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

c) Симметрические уравнения $P_3(x) = 0$ [2]

Уравнение вида $ax^3 + bx^2 + bx + a = 0, a \neq 0$ называется симметрическим уравнением третьей степени. Кубические уравнения данного вида решаются разложением:

$ax^3 + bx^2 + bx + a = (ax^3 + a) + (bx^2 + bx) = a(x^3 + 1) + bx(x + 1) =$
$= a(x + 1)(x^2 - x + 1) + bx(x + 1) = (x + 1)(ax^2 + (b - a)x + a)$

Вывод: всякое симметрическое уравнение третьей степени имеет один действительный корень $x_0 = -1$, а остальные корни находятся решением квадратного уравнения $ax^2 + (b - a)x + a = 0$

Пример 1. $2x^3 - 5x^2 - 5x + 2 = 0$

$2x^3 - 5x^2 - 5x + 2 = 2(x+1)(x^2 - x + 1) - 5x(x+1) == (x+1)(2x^2 - 7x + 2) = 0$

$1) x + 1 = 0$

$2) 2x^2 - 7x + 2 = 0$

$x_1 = -1 \qquad x_{2;3} = \frac{7 \pm \sqrt{33}}{4}$

Теперь рассмотрим некоторые способы решения уравнений общего вида (1).

I.3. Подбор целочисленного корня и последующее разложение на множители

Замечание 2. Если уравнение с целочисленными коэффициентами вида $x^3 + ax^2 + bx + c = 0$ имеет целый корень, то этот корень является делителем свободного члена c.

Если один корень x_0 найден, то $P_3(x) = x^3 + ax^2 + bx + c$ нацело делится на $x - x_0$, и справедливо разложение

$x^3 + ax^2 + bx + c = (x - x_0)(x^2 + px + q)$ [1]

Пример 2. $x^3 + 2x^2 - 3x - 6 = 0$

Целочисленный корень ищем среди делителей числа 6: $\pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 6$.

Непосредственной подстановкой находим корень $x = -2$ и тогда

$x^3 + 2x^2 - 3x - 6 = (x+2)(x^2 - 3) = 0$

$1) x + 2 = 0 \qquad 2) x^2 - 3 = 0$

$x_1 = -2 \qquad x_{2;3} = \pm\sqrt{3}$

I.4. Способ группировки

Пример 3. $x^3 + 2x^2 + 5x + 4 = 0$

$x^3 + 2x^2 + 5x + 4 = (x^3 + x^2) + (x^2 + x) + (4x + 4) =$

$= x^2(x+1) + x(x+1) + 4(x+1) = (x+1)(x^2 + x + 4) = 0$

Уравнение имеет один действительный корень $x = -1$

I.5. Выделение полного куба

Пример

4. $x - x^2 = x^3 + \frac{1}{3}$

$3x - 3x^2 = 3x^3 + 1$

$x^3 - 3x^2 + 3x - 1 = 4x^3$

$(x-1)^3 = 4x^3 \to x - 1 = \sqrt[3]{4} \cdot x \to x - \sqrt[3]{4} \cdot x = 1$

$x = \frac{1}{1 - \sqrt[3]{4}}$

I.6. Некоторые приложения

Задача 1. Найти сумму квадратов корней уравнения $x^3 + 2x - 3 = 0$

Решение:

Легко получить разложение

$x^3 + 2x - 3 = (x-1)(x^2 + x + 3) = 0$

Первый корень $x_1 = 1$

x_2 и x_3 найдем, решая $x^2 + x + 3 = 0$

По теореме Виета:

$x_2 + x_3 = -1$

$x_2 \cdot x_3 = 3$

$(x_2 + x_3)^2 = x_2^2 + 2x_2 \cdot x_3 + x_3^2 = (-1)^2 = 1$

$x_2^2 + x_3^2 = 1 - 2x_2 \cdot x_3$

$x_2^2 + x_3^2 = 1 - 2 \cdot 3 = -5$ так как $x_1 = 1$, то $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1 - 5 = -4$

Ответ: -4

Задача 2. Решить уравнение, зная, что его корни образуют арифметическую прогрессию

$x^3 - 6\sqrt{2}x^2 + 22x - 12\sqrt{2} = 0$

Решение:

Обозначим корни x_1, x_2, x_3; из условия задачи имеем:

$x_1 + x_3 = 2x_2, \qquad x_1 + x_2 + x_3 = 3x_2$

Тогда, из обобщенной теоремы Виета будем иметь:

$3x_2 = -(-6\sqrt{2}), \quad x_2 = 2\sqrt{2}$

Теперь разделим левую часть на $(x - 2\sqrt{2})$

$\frac{x^3-6\sqrt{2}x^2+22x-12\sqrt{2}}{x-2\sqrt{2}} = x^2 - 4\sqrt{2}x + 6$ и получим разложение

$(x - 2\sqrt{2})(x^2 - 4\sqrt{2}x + 6) = 0$

$1) x - 2\sqrt{2} = 0 \rightarrow x_2 = 2\sqrt{2}$

$2) x^2 - 4\sqrt{2}x + 6 = 0$

$x_{2;3} = \frac{4\sqrt{2} \pm 2\sqrt{2}}{2} \rightarrow x_1 = \sqrt{2}, x_3 = 3\sqrt{2}$

Ответ: $\sqrt{2}$; $2\sqrt{2}$; $3\sqrt{2}$

Задача 3. Решить систему нелинейных уравнений [4]

$$\begin{cases} \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = 1 \\ x + y + z = 1 \\ xyz = -4 \end{cases} \quad (3)$$

Решение:

Из первого уравнения, учитывая, что xyz=-4, получим $yz + xz + xy = -4$

Из [2] известно, что решением системы вида

$$\begin{cases} x + y + z = \sigma_1 \\ xy + yz + zx = \sigma_2 \\ xyz = \sigma_3 \end{cases}$$

являются корни кубического уравнения

$u^3 - \sigma_1 u^2 + \sigma_2 u - \sigma_3 = 0$, тогда для системы (3):

$u^3 - u^2 - 4u + u = 0$

$u^2(u - 1) - 4(u - 1) = 0$

$(u - 1)(u^2 - 4) = 0, \text{т.е. } u_1 = -2, u_2 = 1, u_3 = 2$

Комбинации этих корней дают 6 вариантов решения системы (3):

$x_1 = -2; y_1 = 1; z_1 = 2 \quad x_3 = 1; y_3 = -2; z_3 = 2 \quad x_5 = 2; y_5 = 1; z_5 = -2$

$x_2 = -2; y_2 = 2; z_2 = 1 \quad x_4 = 1; y_4 = 2; z_4 = -2 \quad x_6 = 2; y_6 = -2; z_6 = 1$

Задача 4. Решить иррациональное уравнение [5]

$\sqrt{2 - x} = 1 - \sqrt[3]{x - 1}$

Решение:

Найдем ОДЗ $x \leq 2$

Обозначим $\sqrt[3]{x - 1} = u$ и $\sqrt{2 - x} = v$

$$\begin{cases} u + v = 1 \\ u^3 + v^2 = 1 \end{cases}$$

Тогда:

$u^3 + (1 - u)^2 = 1$

$u^3 + u^2 - 2u + 1 = 1$

$u(u^2 + u - 2) = 0$

$u_1 = 0 \quad u_2 = 1 \quad u_3 = -2, \text{откуда поучим:}$

$1) \sqrt[3]{x - 1} = 0 \rightarrow x_1 = 1$

$2) \sqrt[3]{x - 1} = 1 \rightarrow x_2 = 2$

$3) \sqrt[3]{x - 1} = -2 \rightarrow x_3 = -7$ **Ответ:** $x_1 = -7, x_2 = 1, x_3 = 2.$

II. Уравнения четвертой степени

II.1. Теоретические предпосылки

Запишем уравнение четвертой степени в самом общем виде:

$P_4(x) = a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$ (4)

и приведем полезные для практики следствия основной теоремы алгебры [1].

Следствие 1. Если уравнение (4) имеет корень x=α, то $P_4(x)$ нацело делится на $x - \alpha$, то есть $P_4(x) = (x - \alpha) \cdot P_3(x)$.

Следствие 2. $P_4(x)$ единственным образом разложим на произведение двух квадратных трехчленов в виде:

$a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = a_4(x^2 + p_2x + q_1) \cdot (x^2 + p_2x + q_2)$, при этом:

1) если $D_1 = \frac{p_1^2}{4} - q_1 \geq 0, D_2 = \frac{p_2^2}{4} - q_2 \geq 0$, то уравнение (4) имеет четыре действительных корня, среди которых могут быть и равные;

2) если $D_1 \geq 0, D_2 < 0$, то число действительных корней равно двум;

3) если $D_1 < 0$ и $D_2 < 0$, то уравнение (4) не имеет действительных корней

II.2. Частные случаи $P_4(x) = 0$

a) Биквадратные уравнения

Определение: Уравнение вида $ax^4 + bx^2 + c = 0, (a \neq 0, b \neq 0)$ (5) называется биквадратным. Уравнения (5) заменой $x^2 = t$ сводится к квадратному.

Пример 5. $x^4 - 2x^2 - 8 = 0$

$x^2 = t$

$t^2 - 2t - 8 = 0$

1)$x^2 = t_1 = -2$, действительныех корней нет

2)$x^2 = t_2 = 4$, $x_{1;2} = \pm 2$

Пример 6. $4x^4 - 13x^2 + 9 = 0$

$x^2 = t$

$4t^2 - 13t + 9 = 0$

1)$x^2 = t_1 = 1$, $x_{1,2} = \pm 1$

2)$x^2 = t_2 = \frac{9}{4}$, $x_{3,4} = \pm\frac{3}{2}$

b) Уравнение вида $(x + a)^4 + (x + b)^4 = m^2$,

где a, b, m – заданные действительные числа, заменой $t = x + \frac{a+b}{2}$ сводится к биквадратному уравнению.

Пример 7. $(x + 2)^4 + (x + 4)^4 = 82$

$t = x + \frac{2+4}{2} = x + 3, x = t - 3$

$2t^4 + 12t^2 + 2 = 82,\ t^4 + 6t^2 - 40 = 0$

1) $t^2 = -10$, действительных корней нет

2) $t^2 = 4, t_{1;2} = \pm 2$

$x_1 = t_1 - 3 = 2 - 3 = -1, x_2 = t_2 - 3 = -2 - 3 = -5$

c) Уравнения вида $(x + a)(x + b)(x + c)(x + d)$=m (5)

Если a+b=c+d, или a+d=b+c, или a+c=b+d, уравнение (5) надлежащей заменой сводится к квадратному.

Пример 8. $(x - 2)(x + 1)(x + 3)(x + 6) = 16$

$[(x - 2)(x + 6)] \cdot [(x + 1)(x + 3)] = 16$

$(x^2 + 4x - 12)(x^2 + 4x + 3) = 16$

Делаем замену $x^2 + 4x = t$, тогда $t^2 - 9t - 52 = 0, t_1 = 13, t_2 = -4$

1)$x^2 + 4x = 13$ 2)$x^2 + 4x = -4$

$x^2 + 4x - 13 = 0$ $x^2 + 4x + 4 = 0$

$x_{1;2} = \frac{-4 \pm 2\sqrt{17}}{2} = -2 \pm \sqrt{17}$ $x_{3;4} = -2$

d) Симметрические $P_4(x) = 0$ [2]

Уравнение вида $ax^4 + bx^3 + cx^2 + bx + a = 0, (a \neq 0, b \neq 0)$ (6) называется симметрическим.

Так как x=0 не является корнем уравнения (6), то деление обеих частей уравнения (6) на x^2 приводит к равносильному уравнению

$$ax^2+\frac{a}{x^2}+bx+\frac{b}{x}+c=0, \text{то есть}\quad a[(x+\frac{1}{x})^2-2]+b(x+\frac{1}{x})+c=0.$$

Заменой $x+\frac{1}{x}=t$, последнее уравнение сводится к квадратному уравнению

$$at^2+bt+c-2a=0$$

Замечание 3. Если число α является корнем симметрического уравнения (6), то число $\frac{1}{\alpha}$ также является его корнем.

Пример 9. $4x^4-8x^3+3x^2-8x+4=0$

$$4\left[\left(x+\frac{1}{x}\right)^2-2\right]-8\left(x+\frac{1}{x}\right)=0$$

Далее делаем замену $x+\frac{1}{x}=t$, получая $4t^2-8t-5=0$, откуда $t_1=-\frac{1}{2}$, $t_2=\frac{5}{2}$.

1) $x+\frac{1}{x}=-\frac{1}{2}$ $\qquad$ 2) $x+\frac{1}{x}=\frac{5}{2}$

$x^2+\frac{1}{2}x+1=0$ $\qquad$ $x^2-\frac{5}{2}x+1=0$

действительных корней нет $\qquad$ $x_1=\frac{1}{2}, x_2=2$

Замечание 3 получило свое подтверждение.

е) Возвратные $P_4(x)=0$

Определение: уравнение вида $a_4x^4+a_3x^3+a_2x^2+a_1x+a_0=0$ называется возвратным, если

$$\frac{a_4}{a_0}=(\frac{a_3}{a_1})^2,\qquad (a_4\neq 0, a_1\neq 0, a_0\neq 0)$$

Возвратные уравнения решаются аналогично симметрическим.

Пример 10. $4x^2-12x^3-4x^2+18x+9=0$

$$\frac{4}{9}=(\frac{-12}{18})^2=(-\frac{2}{3})^2=\frac{4}{9}$$

$$4x^2-12x-4+\frac{18}{x}+\frac{9}{x^2}=0$$

$$4x^2+\frac{9}{x^2}-6\left(2x-\frac{3}{x}\right)-4=0$$

Делаем замену $2x-\frac{3}{x}=t$, тогда $4x^2+\frac{9}{x^2}=t^2+12$, далее:

$t^2-6t+8=0, t_1=4, t_2=2$

1) $2x-\frac{3}{x}=2$ $\qquad$ 2) $2x-\frac{3}{x}=4$

$2x^2-2x-3=0$ $\qquad$ $2x^2-4x-3=0$

$x_{1;2}=\frac{1\pm\sqrt{7}}{2}$ $\qquad$ $x_{3;4}=\frac{2\pm\sqrt{10}}{2}$

II.3. Метод неопределенных коэффициентов [3]

По этому методу для уравнения $x^4+ax^2+bx+c=0$, не содержащего x^3, согласно следствию 2 пункта II.1 разложение многочлена левой части можно искать в виде:

$$x^4+ax^2+bx+c=(x^2-px+q_1)(x^2+px+q_2)$$

Тогда, для определения неизвестных коэффициентов p, q_1, q_2 разложения получим систему:

$$\begin{cases} q_1+q_2-p^2=a \\ pq_1-pq_2=b \\ q_1q_2=c \end{cases} \qquad (7)$$

В общем случае решение системы (7) довольно сложно, так как приводит к кубическому уравнению. Однако, на практике, нередко удается упростить решение системы (7) перебором возможных значений переменной p.

Продемонстрируем вышеизложенное на двух примерах.

Пример 11. $x^4 - 10x^2 - x + 20 = 0$

$x^4 - 10x^2 - x + 20 = (x^2 - px + q_1)(x^2 + px + q_2)$

p, q_1, q_2 находим из системы

$$\begin{cases} q_1 + q_2 - p^2 = -10 \\ (q_1 - q_2)p = -1 \\ q_1 q_2 = 20 \end{cases}$$

Будем делать перебор целых значений p, надеясь решить систему в целых числах. Предположим, что p=1, тогда из

$$\begin{cases} q_1 + q_2 = -9 \\ q_1 - q_2 = -1 \\ q_1 q_2 = 20 \end{cases}$$

Получим $q_1 = -5, q_2 = -4$. Значит справедливо равенство:

$x^4 - 10x^2 - x + 20 = (x^2 + x - 4)(x^2 - x - 5) = 0$

1) $x^2 + x - 4 = 0$ 2) $x^2 - x - 5 = 0$

$x_{1;2} = \frac{-1 \pm \sqrt{17}}{2}$ $x_{3;4} = \frac{-1 \pm \sqrt{21}}{2}$

Пример 12. $x^4 - 3x - 2 = 0$

$x^4 - 3x - 2 = (x^2 - px + q_1)(x^2 + px + q_2)$

Для нахождения p, q_1, q_2 решаем систему

$$\begin{cases} q_1 + q_2 - p^2 = 0 \\ (q_1 - q_2)p = -3 \\ q_1 q_2 = -2 \end{cases}$$

При $p = 1$ $q_1 = -1, q_2 = 2$.

Значит справедливо равенство: $x^4 - 3x - 2 = (x^2 + x + 2)(x^2 - x - 1) = 0$

1) $x^2 + x + 2 = 0$ 2) $x^2 - x - 1 = 0$

действительных корней нет $x_{1;2} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$

II.4. Некоторые приложения

Задача 1. Решить иррациональные неравенства [5]

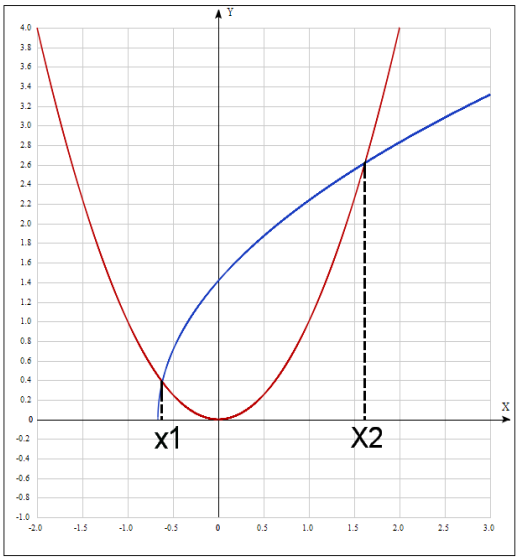


Рис. 1

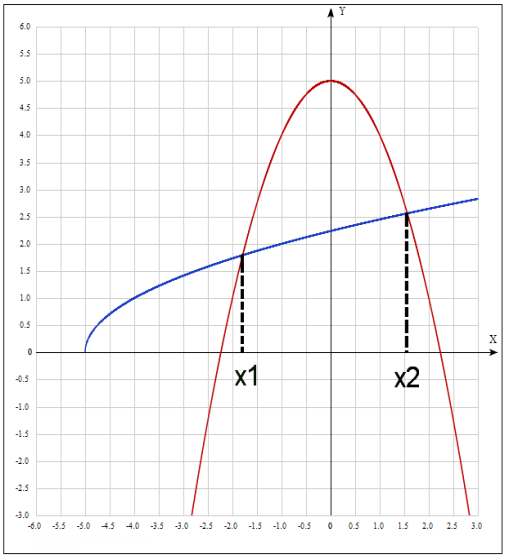


Рис. 2

a) $x^2 \le \sqrt{3x+2}$ **(рис. 1)**

Решение:

Сначала находим ОДЗ: $3x+2 \ge 0, x \ge -\frac{2}{3}$

Обе части неравенства в ОДЗ положительны, тогда возведя обе части неравенства в квадрат, получим равносильное неравенство

$x^4 \le 3x+2, \quad x^4-3x-2 \le 0$

Сначала решаем уравнение $x^4-3x-2=0$. Это уравнение примера 12

$x^4-3x-2=(x^2+x+2)(x^2-x-1)=0$

$1) x^2+x+2=0 \qquad 2) x^2-x-1=0$

Действительных корней нет $x_{1;2}=\frac{1\pm\sqrt{5}}{2}$

Согласовав полученные корни с ОДЗ, выведем окончательный ответ: $x \in \left[\frac{1-\sqrt{5}}{2};\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right]$

b) $5-x^2 \ge \sqrt{x+5}$ **(рис. 2)**

Решение:

Находим ОДЗ из условий: $x+5 \ge 0,\ 5-x^2 \ge 0 \quad -\sqrt{5} \le x \le \sqrt{5}$

Обе части неравенства в ОДЗ положительны.

Возведя обе части неравенства в квадрат, получим равносильное неравенство. $x^4-10x^2-x+20 \ge 0$

Сначала решаем уравнение $x^4-10x^2-x+20=0$.

Это уравнение примера 11.

$x^4-10x^2-x+20=(x^2+x-4)(x^2-x-5)$

$1) x^2+x-4=0 \qquad 2) x^2-x-5=0$

$x_{1;2}=\frac{-1\pm\sqrt{17}}{2} \qquad x_{3;4}=\frac{1\pm\sqrt{21}}{2}$

Согласовав полученные корни с ОДЗ, выведем окончательный ответ: $x \in \left[\frac{1-\sqrt{21}}{2};\frac{-1+\sqrt{17}}{2}\right]$

Задача 2. Решить уравнение $x^4-4x^3+3x^2+8x-10=0$, зная, что оно имеет два действительных корня, равных по модулю, но противоположных по знаку

Решение:

Обозначим сопряженные корни a и $-a$. Затем ищем разложение:

$x^4-4x^3+3x^2+8x-10=(x-a)(x+a)(x^2+px+q) == (x^2-a^2)(x^2+px+q)$

$= x^4+px^3+qx^2-a^2x^2-a^2px-a^2q$

Тогда из системы

$p=-4$

$q-a^2=3$

$-a^2p=8$

$-a^2q=-10$

Получим: $4a^2=8 \to a^2=2 \to a=\pm\sqrt{2}$

$p=-4, q=5$, то есть $x^4-4x^3+3x^2+8x-1=(x-\sqrt{2})(x+\sqrt{2})(x^2-4x+5)=0$

$x^2-4x+5=0, D<0$, действительных корней нет

Ответ: $x_{1;2}=\pm\sqrt{2}$

Задача 3. Решить систему

$$\begin{cases} x+y=6 \\ y^4+xy^2-2x^2=0 \end{cases} \qquad (8)$$

Решение:

Преобразуем второе уравнение системы

$y^4+xy^2-2x^2=y^4-x^2+xy^2-x^2=(y^2-x)(y^2+x)+x(y^2-x) == (y^2-x)(y^2+2x)=0$

Тогда, система (8) эквивалентна совокупности двух систем

$$\begin{cases} x+y=6 \\ y^2-x=0 \end{cases} \qquad \begin{cases} x+y=6 \\ y^2+2x=0 \end{cases}$$

Ответ: $x_1 = 9, y_1 = -3, x_2 = 4, y_2 = 2$

Замечание 4. Казалось бы, для решения данной системы легче сразу во второе уравнение подставить $x = 6 - y$ и исключить переменную x, но тогда получили бы уравнение:

$$y^4 - y^3 + 4y^2 + 24y - 72 = 0,$$

для которого пришлось бы перебором искать целочисленные корни среди большого количества делителей числа 72, либо для многочлена левой части искать далеко не очевидное разложение.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Курош А. Г. Курс высшей алгебры. – М: Наука, 1975.

[2] Болтянский В. Г., Виленкин Н. Я. Симметрия в алгебре. – М: Наука, 2002.

[3] Новоселов С. И. Специальный курс элементарной алгебры. – М: “Высшая школа”, 1962.

[4] Ивлев Б. М., Абрамов А. М. и др. Задачи повышенной трудности по алгебре и началам анализа. Учебное пособие для 10-11 классов средней школы. – М: “Просвещение”, 1990.

[5] Альмухамбетов К.К., Сейткулова Ж.Н. Задачи Математических Олимпиад КазНИТУ для школьников 11-ых классов РК, 2015-2017.

Карпушенко Р. В., Сейткулова Ж.Н.

Үшінші және төртінші дәрежелі алгебралық теңдеулердің шешімдеріне мысалдары мен қолданылуы

Түйіндеме: теңдеулердің және жоғары дәрежелі жүйелердің шешімін табу - мектеп алгебрасындағы күрделі бөлімдерінің бірі болып табылады. Алайда, мектеп оқулықтарында шаршы теңдеулер теориясы егжей-тегжейлі түрде берілгенімен, жоғары дәрежелі теңдеулердің шешімін табудың әдістері мен тәсілдері жөнінде ақпарат жеткіліксіз. Сонымен қатар, соңғы жылдары кейбір ЖОО-да "Алгебра және анализге кіріспе" пәнің енгізілгенін ескерсек, осы тақырыпта мақсатты оқу-әдістемелік әдебиетінің байқалатын біршама тапшылығы анық. Осыған байланысты авторлар ұсынылып отырған жұмыс мектеп мұғалімдерінің үйірме сабақтарына, сондай-ақ ЖОО оқытушыларының «Алгебра және анализге кіріспе» курсы бойынша практикалық сабақтарына арналған әдістемелік құрал бола алатынына үміттенеді.

Түйін сөздер: теориялық негіздер; келтірілген, симметриялы, қайтарылмалы теңдеу; иррационалды теңсіздіктер; сызықты емес жүйелер.

УДК 620.91:662.97

Sovetova Zh.S., Omarkul Zh.M., Tokmoldin N.S.
(F Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan. E-mail: jamilya_2603@mail.ru)

POTENTIAL OF THERMAL GENERATION PROCESSES IN MODERN SOLAR PANEL SETTINGS

Abstract. This article assesses the potential of solar concentration technologies — a composite parabolic collector (CPC), a linear Fresnel collector (LFC), and a parabolic trough (PTC) —as an alternative to traditional energy sources for industrial processes. The analysis is carried out from the energy, economic and environmental points of view. The results show that solar concentration technologies can be an economically and environmentally acceptable alternative. CPC technology stands out as the most recommended technology when the temperature of the working fluid ranges from 373 K to 423 K. The results show that solar concentration technologies have reached the level of economic and environmental competitiveness under certain scenarios, mainly related to the available solar resources, thermal requirements and cost of solar technology.

Keywords: heat generation processes, solar collector installations, solar energy, photovoltaic cells, thermal cycling.

Ж.С. Советова, Ж.М Омаркұл., Н.С. Токмолдин
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазахстан.
julduz_1994@mail.ru)

ЗАМАНАУИ КОЛЛЕКТОР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ГЕНЕРАЦИЯ ПРОЦЕСТЕРІНІҢ ПОТЕНЦИАЛЫ

Андатпа. Бұл мақалада күн сәулелену технологияларының – құрамдас параболалық коллектордың (ҚПК), сызықты Френель коллекторының (СФК) және параболалық астаушаның – өнеркәсіптік процестер үшін дәстүрлі энергия көздеріне балама ретінде потенциалы бағаланады. Талдау энергетикалық, экономикалық және экологиялық тұрғыдан жүргізілді. Нәтижелер күн технологиясының потенциалы экологиялық және экономикалық тиімді қолжетімді баламалы энергия көзі болатындығын көрсетеді. ҚПК технологиясы жұмыс сұйықтығының температурасы 373 K мен 423 K аралығында болатын жағдайда ең тиімді энергия көзі ретінде ұсынылады. Нәтижелер күн концентрация технологиясы негізінен қолжетімді күн ресурстарымен, жылу деңгейі мен күн технологиясының бағасымен байланысты белгілі бір жағдайларда экономикалық және экологиялық бәсекеге қабілеттілікке жеткендігін көрсетеді.

Кілттік сөздер: жылу генерация процестері, күн коллектор қондырғылары, күн энергиясы, фотоэлементтер, термоциклдау.

Энергетикалық сектордағы ағымдағы жағдайға шолу жасау бірінші ретті энергияны тұтынудың үнемі артып келе жатқандығын көрсетеді [1]. Энергиның жаһандық көздерінің матрицасын талдау энергия деген осы алғашқы қажеттілікте бұрынғыдай мұнайдың үлесі жоғары, яғни энергияны жалпы тұтынудың 35,7% құрайтындығын көрсетеді. Табиғи газ сұраныстың 25,6% қанағаттандырып екінші энергетикалық ресурс ретінде көмірді алмастырды. Көмір үшінші энергия көзіне айналды, яғни жалпы тұтыну көлемінің 19,3% құрайды [2]. Осы мәліметтерден қазылып алынатын отынның бұрынғыдай әлемдік энергетикалық матрицаның 80% астам бөлігін құрайтындығын көреміз.

Күн сәулеленуінің жоғары деңгейі күн энергиясын пайдалану үшін потенциалға ие. Күн энергиясы жылу энергиясының жоғары деңгейі талап етілетін өнеркәсіптік процестер үшін жылу энергиясы ретінде атқаратын ролі жоғары қызығушылық тудырады. Қазақстанда электр тогы немесе табиғи газ сияқты қарапайым энергия көздеріне қолжетімділік жоқ оқшауланған жерлер көп, сондықтан ол жерлерді энергиямен қамтамасыз ету үшін осындай күн жүйелерін енгізу көмектеседі. Осы аймақтарда энергиямен жабдықтаудың болмауы экономиканың төмен болуына алып келеді. Мысалы, шикізат негізінде өнімді әзірлеу және жүзеге асыру мүмкін емес. Энергияның осы көзінің болуы оқшауланған аймақтарға өндірісті дамытуға мүмкіндік береді, ол аймақтың экономикалық дамуымен байланысты болатындығы белгілі, бұл өз кезегінде адамдардың өмір сүру деңгейінің жоғарылауына әсер етеді.

Өнеркәсіптік процестердің энергетикалық қажеттіліктерінің көпшілігі 523 К төмен, температураның бұл деңгейін күн жылулық энергиясымен (КЖЭ) оңай қамтамасыз етуге болады [3].

Күн технологияларын қолдану саласы өте ауқымды, себебі ол 1200 К жоғары температураларда жылу тасымалдағыш арқылы жылуды беруге мүмкіндік береді. Қандай да бір технологияны таңдау негізінен өндірістік процеске байланысты болатын жылу талаптарына тәуелді болады.

Соңғы жылдары күн қондырғыларын өндірістік процеске қосу мүмкіндіктеріне талдау жүргізуге арналған бірнеше зерттеулер әзірленген. Бұл зерттеулер технологиялық жылуды өндіруге жауап беретін күн қондырғыларында пайдаланылатын коолекторлардағы қажетті жетілдірулерді анықтайды, эксперименталды қондырғылардың көмегімен алынған білім негізінде ағымдық нарыққа талдау жасайды және бірқатар ұсыныстарды жасайды. Жоғары инвестициялық шығындар, мемлекеттік қаржыландырудың болмауы және дәстүрлі энергияның төмен шығыны сияқты күн қондырғыларының дамуына бөгет жасайтын кедергілер анықталған [4]. Өнеркәсіптік процеспен байланысты алғашқы күн қондырғылары электр энергиясын алу үшін пайдаланылатын дәстүрлі күн технологияларына негізделген, бірақ қазіргі уақытта өнеркәсіптік процестер үшін арнайы қондырғылар әзірленген. Жаңа әзірлемелердің пайда болуына байланысты өнеркәсіптік процестер үшін күн энергиясын көп мөлшерде пайдалану мүмкін болады [5].

Күн энергиясымен ұсынылатын көптеген бірқатар мүмкіндіктер Австралия, Германия, Мексика және Тунис сияқты әр түрлі мемлекеттерде қызығушылық тудырды. Мысалы, Австралияда өндірістік күнмен жылыту саласындағы зерттеу, әзірлеу және демонстрациялық бағдарламалар негізінен Ғылыми және өндірістік зерттеу ұйымымен жүргізілген [6]. Австралияда жүргізілген зерттеулерде КЖЭ

пайдалану үшін потенциалды аумақтарды анықтау әрекеттері жүргізілген. Шолу нәтижесінде орналасуы, саланың түрі, энергияны пайдалану және процестің сипаттық температурасына байланысты 2498 жеке аймақтар анықталған. Бұл мәліметтер карталарда өндіріс саласына, процестің сипаттық температурасына байланысты сәулеленуді салыстыру үшін карталарда белгіленген. Өндірістік алаңдардың салыстырмалы түрде көп бөлігі күн сәулесі көп аймақтарда орналасқан. Сәулеленуі орташа болатын аудандарда ірі қалалардан тыс жерлерде күн жылуын төмен температурадан орташа деңгейге дейін пайдалануға болатын азық-түлік өнеркәсіп, мата және ағаш өңдеу өнеркәсіптері орналасқан [7]. Неміс зерттеушілері потенциалы жоғары секторларды анықтаған, олардың қатарына химиялық, қағаз немесе резіңке өнеркәсібі жатқызылған. Күн жылуын интеграциялау үшін жарамды өндірістік процестерді анықтау үшін бұл секторларға талдау жүргізіледі. Зерттеу нәтижелері өнеркәсіптік секторлар мен процестерде КЖЭ басым қолданысын жеңілдетеді [8]. Ал Тунис мемлекетінде өнеркәсіптік процестердің энергиясын үнемдеу көзі ретінде жылу коллекторларын интеграциялаудың дұрыстылығына талдау жүргізілген. Талдау нәтижелері 2012 жылы күн жылу жүйелерінің соңғы пайдаланушылар үшін экономикалық қызығушылық тудырмағандығын, алайда оның үкімет үшін айтарлықтай экономикалық пайдаға алып келуі мүмкін екендігін көрсетеді. Әр түрлі елдерде жүргізілген зерттеу мен талдау нәтижелерінде көрсетілгендей күн жылуы өндірістік процестер үшін өнеркәсіп жылуына сұраныс ретінде күн энергиясын қолдану үшін маңызды нарық ретінде анықталған, оның дәлелі күн энергиясының көптеген салаларда белсенді түрде қолданылуы болып табылады. Бірнеше баяндамаларда өнеркәсіптің бірнеше саласында энергетикалық қажеттіліктерді қанағаттандыруда күн энергиясының үлесіне мұқият талдау жүргізілген: мұнай өнеркәсібінен бастап, қағаз, мата немесе тіпті фармацевтика саласы қарастырылған [9].

Күн жылу энергиясы

КЖЭ өндірісте, тұрғын немесе коммерциялық секторларда пайдалану үшін технологиялар жиынтығы болып табылады. Күн сәулеленуінен жылу энергиясын өндіру ұсынылады, себебі баламалы энергияның бұл түрі климаттың өзгеруіне алып келмейді және дәстүрлі энергия көздерін алмастырады. Аталған экологиялық артықшылықтарымен бірге күн технологиялары бір бірімен әр мемлекеттің өзін өзі энергетикалық қамтамасыз ете алуының жоғарылауына қатысты артықшылықтарымен байланысты, сонымен бірге оқшауланған аумақтарда энергияның қолжетімділігін қамтамасыз етеді, жаңа жұмыс орындарының пайда болуына көмектеседі.

Жылу энергиясының негізінен пайдаланылатын күн коллекторлары: жазық пластина (ЖП), құрамдас параболалық коллектор (ҚПК), Френельдің сызықты коллекторы (ФСК) және параболалық астау коллекторлары (ПАК). Соңғы үшеуі өндірістік процестер үшін жиі пайдаланылады.

Құрамдас параболалық коллектор

Параболалық коллекторы құрамдас вакуумды түтікше коллекторы (1-суретті қараңыз) негізгі түтікшемен байланыстырылған түссіз шыны түтікшелердің бірнеше қатарынан тұратын жүйе болып табылады. Әр түтікшеде арнайы бояумен боялған абсорбтаушы түтігі болады. Жылу алмастыратын сұйықтық осы құбырдың ішінен өтеді.



1-сурет. Құрамдас параболалық коллектор

Вакуум жылу өткізгіштікті төмендету және конвекция кезінде жылудың босқа шығындалуын төмендету үшін қолданылады. Коллекторлардың бұл түрінде күн сәулеленуі сыртқы шыны құбыр арқылы өтеді, абсорбтаушы құбырға соғылып, жылуға айналады. Вакуумды құбырлы коллекторлардың жалпы өнімділігі қарапайым коллекторларға қарағанда жоғары және тұрақты қызметті қамтамасыз етеді. ҚПК

коллекторларында абсорбатаушы құбырда күн сәулесінің жоғары концентрациясын қамтамасыз ететін сақиналы шағылғыштары болады [10].

Френельдің сызықты коллекторы

Френельдің сызықты коллекторының концепциясы (2-суретті қараңыз) үздіксіз концентратор идеясына негізделген, бұл жағдайда жазықтықта дұрыс орналастырылған элементтер, айналар қатары түріндегі параболалық астау коллекторы түрінде. Ірі концентраторларды құрастырумен байланысты мәселелер шешіледі, бұл арзан шешімдерді қабылдауға мүмкіндік береді. Сондықтан Френельдің сызықты коллекторы параболалық астаулардың арзан баламасы болып табылады. Осы типтегі жүйелер өзінің бойлық осінен айнала алатын ені салыстырмалы түрде кішкентай ұзын айналардың параллель қатарынан тұрады. Бұл айналар күн сәулесін белгілі бір биіктікке ілінген қозғалмайтын орталық қабылдағышқа шоғырландырады. Бұл геометрия екі немесе одан да көп қабылдағыштарды бір біріне салыстырмалы түрде жақын параллель орналастыруға мүмкіндік береді, осылайша айналар қатарын екі рецепторлардың арасында бөлуге болады. Бұл конфигурация жерді пайдалануды оңтайландырады және айна қатарларының арасында шектеулерді төмендетеді. Бұл технологияның негізгі элементі коллекторлық жүйелердің параболалық ойықтарындағы сияқты абсорбтаушы түтікше болып табылады [11].



2-сурет. Френельдің сызықты коллекторы

Параболалық астау коллекторы

ПАК ҚПК жетілдірілген технологияларының бірі болып табылады, оның үлесіне қазіргі уақытта орнатылған ҚПК 90% астам бөлігі сәйкес келеді. 3 суретте көрсетілгендей, ПАК күн сәулеленуін процесс барысында қыздырылатын жылу тасымалдағыштары бар қабылдағыш құбырларында күн сәулесін шоғырландыратын параболалық шағылдырғыштардан тұрады. Бұл коллекторлар солтүстік-оңтүстік немесе шығыс-батыс осі бойынша түзетілген күн өрісін құрайтын параллель қатарларға орналастырылған [12]. Қабылдағыштар энергияны барынша жоғары мөлшерде жұту үшін, инфрақызыл сәулелену әсерін төмендету үшін, конвекциялық жылу жоғалуын болдырмау үшін арнайы жабынмен қапталған. Қазіргі уақытта көптеген жүйелер электр энергиясын алу үшін пайдаланылады. Бұл жағдайларда күн жылуы қабылдау құбырымен жүретін жылу тасымалдағышпен тасымалданады және турбинада жұмыс істейтін қыздырылған буды өндіру үшін бу генераторына жіберіледі. Айналар мен қабылдағыштар бір осьтің бойымен күн сәулесінің жолын қадағалайды. Айна массиві апертурасы 5–6 м майыстырылған 100 м ұзындыққа дейін жетеді.

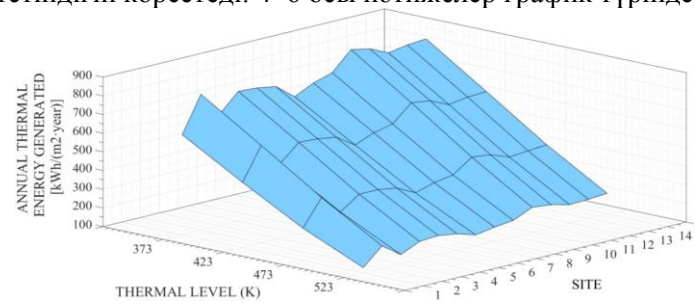


3-сурет. Параболалық астау коллектор

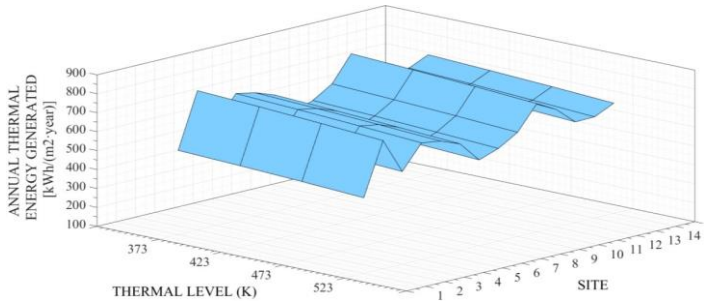
Қазіргі уақытта жұмыс істейтін ПАК көпшілігі 14 МВт бастап 80 МВт дейінгі қуатқа ие, ПӘК шамамен 14-16% және максималды жұмыс температуралары 663 К, бұл жылу тасымалдау үшін пайдаланылатын синтетикалық майдың ерекшеліктерімен шектеледі. 823 К температура кезінде балқытылған тұзды пайдалану мүмкіндіктері қарастырылуда. Жоғары температурада балқытылған тұзды пайдалану қондырғы тиімділігін, сонымен бірге жылуды жинақтау сыйымдылығын жоғарылатуы мүмкін [13].

Күн сәулесімен генерацияланатын жылу энергиясын бағалау

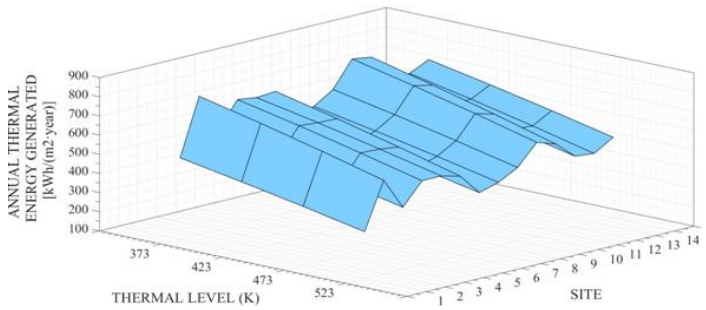
Арнайы теңдеулер пайдаланылып, күн жүйесі өндірістік процеске қамтамасыз ете алатын жылу энергиясын анықтауға болады. ҚПК, ФСК, және ПАК технологияларын пайдаланған кезде 373 К бастап 523 К дейінгі температурларды алуға болатын нәтижелерге талдау жүргізілді. Өндірістік процестің көпшілігі осы интервалды талап ететіндіктен, осы диапазондағы температура таңдалынды. Осы нәтижелерге талдау жүргізу барлық технологиялардың орналасқан орнына тәуелсіз бірдей деңгейді қамтамасыз ететіндігін көрсетеді. 4–6 осы нәтижелер график түрінде көрсетілген.



4-сурет. ҚПК технологиясы бойынша генерирленетін ауданға тәуелді жылдық жылу энергиясы



5-сурет. ФСК технологиясы бойынша генерирленетін ауданға тәуелді жылдық жылу энергиясы



6-сурет. ПАК технологиясы бойынша генерирленетін ауданға тәуелді жылдық жылу энергиясы

Осы графиктердің абсцисса осьтері әр түрлі орындарды көрсетеді, ал ордината осьтерінде қарастырылған жылу деңгейлері көрсетілген.

4–6 суреттер барлық технологиялардың барлық орналасу орындары үшін жалпы бірдей стандарттарды беретіндігін көрсететін тұжырымды дәлелдейді [14]. ҚПК технологиясы жағдайында жұмыс температурасы жоғарылаған кезде күн жүйесімен генерирленетін жылу энергиясының жалпы төмендейтіндігін байқауға болады. ФСК мен ПАК қолданылған кезде де осындай құбылысты

бақылауға болады. ФСК технологиясына талдау жүргізген кезде жылу өндірісінің ұқсас технологиялары көрсетіледі.

Қорытындылар

Мақалада жылу энергиясы талап етілетін өндірістік процестер үшін жылу көзі ретінде күн сәулеленуін концентрациялау технологиясын қолдану потенциалы қарастырылған. Күн сәулеленуінің жоғары деңгейі күн энергиясының концентрация технологиялары қолданыстағы қондырғылардағы дәстүрлі энергия көзін алмастырып қана қоймай, сонымен бірге оқшауланған аймақтарда жылу энергиясын қамтамасыз ету үшін қызығушылық тудыратын баламалы энергия көзі болатындығын көрсетеді. Бұл мүмкіндік оқшауланған аймақтарда жергілікті дамуды қамтамасыз етеді. Күн энергиясын пайдалану қоршаған ортаға зиынсыздығымен, энергетикалық тәуелділікті, жергілікті дамуды жақсартумен және жұмыс орындарын қалыптастырумен байланысты [15].

Мемлекеттік әкімшіліктер дәстүрлі энергияға қолдау көрсете отырып, жылу энергиясының артықшылықтарын жан жақтан сандық түрде бағалауы керек. Бұл жағдайы оқшауланған шалғайдағы аймақтарда күн жүйелерін кеңінен пайдалануға және дамытуға әсер етеді.

Мақалада қарастырылған талдау әдістері күн жүйесінің бірлік ауданында генерирленетін жылу энергиясын, дәстүрлі энергия көзінің орнына күн энергиясын пайдаланып, парникті газдың шығарылуын төмендету деңгейін бағалайды.

Бірлік ауданнан жылу энергиясын өндіру тұрғысынан қарастырғанда ҚПК жұмыс денесінің температурасы 373 К құраған кезде ең тиімді нұсқа ретінде қарастырылады. Жұмыс денесінің температурасы 523 К дейін жоғарылаған кезде ФСК технологиясы ұсынылады.

Экономикалық жағынан қарастырғанда ҚПК жұмыс сұйықтығының температурасы 373 К бастап 423 К дейінгі аралықта болғанда тиімді технология ретінде ұсынылады. Осы температура интервалында ФСК қолдану ҚПК мәнін екі есеге дейін, ал ПАК технологиясын пайдалану шамамен үш есеге дейін арттырады. Жұмыс сұйықтығының температурасы шамамен 473 К дейін жеткенде ҚПК мен ФСК технологияларының арасындағы айырмашылық елеусіз болады. Температура 523 К жеткен кезде ФСК технология ең төмен мәндерді көрсетеді, ал ПАК мәні ҚПК мәнімен шамалас болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Garg, H.P. Advanced tubular solar energy collector – a state of the art / H.P. Garg, S. Chakraverity, A.R. Shukla, R.C. Agnihotri // Energy Convers. Mgmt.— 1983, Vol.23.— No.3.—P. 157-169.

[2] Гудовских А. С. «Границы раздела в солнечных элементах на основе гетероструктур», СПБ.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012, – 160 с.

[3] M. Taguchi et al., Proceedings 5th Photovoltaic Science and Engineering Conference, 2009, – 67 p.

[4] Y. Tsunomura et al., Proceedings 17th Photovoltaic Science and Engineering Conference, 2007, – P. 45-49.

[5] Фортов В.Е., Поппель О.С. Энергетика в современном мире. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 168 с.

[6] Виссарионов В. И. и др. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" - 2-е изд., Москва: Издательский дом МЭИ, 2011. - 276 с.

[7] Виссарионов В.И., Дерюгин В.И, Крувенкова С.В. «Теоретические основы энергетики возобновляемых источников». Москва: Издательский дом МЭИ. - 2008. – 156 с.

[8] Фаренбрух А., Бьюб Р., Солнечные элементы. Теория и эксперимент. Москва: Энергоатомиздат., 2007, – 67 с.

[9] Energy Technology Systems Analysis Programme (IEA-ETSAP); International Renewable Energy Agency (IRENA). Concentrating Solar Power Technology Brief ; IEA-ETSAP and IRENA Technology Brief E10; IEA-ETSAP: Paris, France; IRENA: Masdar, UAE, 2013; Volume 1, pp. 331–339.

[10] Zhu, G.; Wendelin, T.; Wagner, M.J.; Kutscher, C. History, current state, and future of linear Fresnel concentrating solar collectors. Sol. Energy 2014, 103, P. 639–652.

[11] B. Asenjo, A. Chaparro, M. Gutierrez, J. Herrero, and J. Klaer, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 87, 647 (2005), International Conference on Physics, Chemistry and Engineering of Solar Cells, Univ Extremadura, Sch Ind Engn, Badajoz, Spain, May 13-15, 2004, P. 345 – 351.

[12] A. Kay, M. Grätzel, Low cost photovoltaic modules based on dye sensitized nanocrystalline titanium dioxide and carbon powder, Sol Energy Mater Sol Cell 44, 2006, P. 99–117.

[13] C.P. Huynh, S.C. Hawkins, Understanding the synthesis of directly spinnable carbon nanotube forests, Carbon 48 (2010), pp. 1105-11015.

[14] K. Lui, Y. Sun, L. Chen, C. Feng, X. Feng, K. Jiang, Controlled growth of super-aligned carbon nanotube arrays for spinning continuous unidirectional sheets with tunable physical properties, Nano Lett. 8(2), 2008, P. 700-705.

[15] X. Lepro, M.D. Lima, R.H. Baughman, Spinnable carbon nanotube forests grown on thin, flexible metallic substrates, Carbon 48, 2010, P. 3621-3628.

Советова Ж.С., Омаркұл Ж. М., Токмолдин Н. С.

Потенциал процессов теплогенерации в современных солнечных коллекторных установках

Резюме. В статье оценивается потенциал технологий концентрации солнечного излучения - составного параболического коллектора (СПК), линейного коллектора Френеля (ЛКФ) и параболического желоба (ПЖ) - как альтернативы традиционным источникам энергии для промышленных процессов. Анализ проведен с энергетической, экономической и экологической точек зрения. Результаты показывают, что технологии солнечных концентрации могут быть экономически и экологически приемлемой альтернативой. Технология СПК выделяется как наиболее рекомендуемая технология, когда температура рабочей жидкости колеблется от 373 до 423 K. Результаты показывают, что технологии солнечной концентрации достигли уровня экономической и экологической конкурентоспособности при определенных сценариях, в основном связанных с доступными солнечными ресурсами, требованиями к тепловому уровню и стоимостью солнечной технологии.

Ключевые слова: процессы теплогенерации, солнечные коллекторные установки, солнечная энергия, фотоэлементы, термоциклирование.

УДК 620.91:662.97

Zh.M. Omarkul, Zh.S. Sovetova, N.S. Tokmoldin
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: jamilya_2603@mail.ru)

TEMPERATURE MEASUREMENTS OF PHOTOELECTRIC CONVERTERS MANUFACTURED BY HIT TECHNOLOGY

Abstract. This paper investigated the behavior, characteristics and parameters during thermal cycling of HIT photocells.

As a result of this work, photovoltaic cells were tested in the temperature range from -100˚C to + 100˚C with tracking of photovoltaic characteristics during the whole experiment. An ESS with dimensions of 10.1 mm x 11.2 mm with a photoactive surface area of 0.846 cm^2 was used. The studied samples were taken from a single substrate and had approximately the same efficiency (19%). To fix the characteristics of life cycles, a thermal cycling test was performed with registration of photoelectric characteristics after each cycle.

Keywords: photoelectric converters, current-voltage characteristic, solar cells, temperature measurements, photo cells.

Ж.М. Омаркұл, Ж.С. Советова, Н.С. Токмолдин
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазахстан.
E-mail: jamilya_2603@mail.ru)

HIT ТЕХНОЛОГИЯМЕН ДАЙЫНДАЛҒАН ФОТОЭЛЕКТРЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРДІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ӨЛШЕУ

Андатпа. Жұмыста термоциклдау кезіндегі HIT фотоэлементтердің әрекеттері, сипаттамалары мен параметрлері зерттелінген.

Жүргізілген жұмыс нәтижесінде эксперимент барысында фотоэлектрлік сипаттамалар бақыланып, -100˚С бастап +100˚С дейінгі температура интервалында фотоэлементтерге сынау жүргізілді. Фотобелсенді бетінің ауданы 0,846 $см^2$, өлшемдері 10,1 мм х 11,2 мм күн элементтері пайдаланылған. Зерттелінетін үлгілер бір төсемеден алынған және тиімділіктері бірдей болды (19%). Циклдардың сипаттамаларын бекіту үшін әр айналымнан сайын фотоэлектрлік сипаттамалар тіркеліп термоциклдау жүргізілген.

Кілттік сөздер: фотоэлектрлік түрлендіргіштер, вольт-амперлік сипаттама, күн элементтері, температуралық өлшеулер, фотоэлементтер.

Энергия тұтынудың жылдам өсуі – адамзаттың заманауи даму сатысының сипаттық белгісі. Электрлік энергияны әлемнің кез келген жеріне оңай жеткізуге және энергияның басқа түрлеріне түрлендіруге болады. Энергия өндірудің дәтсүрлі тәсілдері қоршаған ортаның химиялық және радиациялық ластануына алып келеді. Термоядролық синтез мәселесінің шешімі адамзатты шексіз энергия көзімен қамтамасыз еткенімен, қоршаған ортаның ластану кемшілігі термоядролық электрстанцияларға да тән болады.

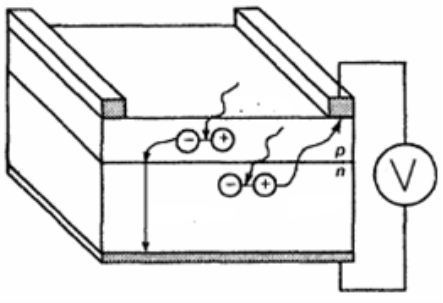
Күн энергиясын түрлендіру және пайдалану адамзаттың қарқынды түрде өсетін энергетикалық қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қолайлы болып табылады.

Біріншіден, күн энергиясы – таусылмайтын энергия көзі. Екіншіден, энергияның осы түрін өндіру қоршаған ортаның ластануына алып келмейді. Күннің сәулелену спектрі (~300К) қоршаған орта температурасынан өте жоғары ~5800 К температураға дейін қыздырылған абсолютті қара дененің спектріне жақын. Күн энергиясын түрлендірудің термодинамикалық ПӘК 100% жуық болуы мүмкін [1].

Күн батареялары – күн сәулелену энергиясының негізгі тасымалдау көзі, себебі олар күн жарығын электр тогына жоғары түрлендіру коэффициенттерімен тікелей түрлендіреді және төмен шығынмен тұрақты қуатты өндіре алады, сонымен бірге қоршаған ортаны мүлде ластамайды деуге болады. Қазіргі уақытта жалпық панельді, жұқа үлдірлі концентраторлар жүйесі мен басқа да көптеген арзан түрлендіргіштерді іздеу белсенді түрде жүргізілуде. Жуық арада жеке күн элементтері мен олардың жиынтықтарын өндіру мен оларға қызмет көрсету экономикалық тиімді болатындығы соншалықты олар үлкен көлемде жаппай пайдаланылады деп күтілеуде.

Мысалы, кремний пластина негізінде дайындалған күн элементінде өткізгіштік типтері p- және n- аумақтар жасалынады (1-сурет). Өткізгіштіктің әр түрлі типтерін алу қоспалардың типтерін өлшеу арқылы жүргізіледі. Мысалы, кремнидің кристалл торына енгізілген Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесіндегі III топ атомдары оған кемтіктік (оң) өткізгіштікті, ал V топ қоспалары – электрондық (теріс) өткізгіштікті береді [2].

Төмернгі электрлік контакт тұтас пішінде дайындалған, ал жоғарғысы тарақты құрылым түрінде жасалынады: жіңішке сызықтар жалпақ шинамен байланыстырылады. Жартылай өткізгіштердің p- және n- типті контактілері өзара бір бірімен күн элементінің жұмысында маңызды роль атқаратын электр өрісін құрайды. n-типті жартылай өткізгіштерден p- типті жартылай өткізгіштерге электрондардың диффузиялық ағыны және p-тип кемтіктердің n- типке ауысуы туындайды. Осындай процестің нәтижесінде p-n ауысудың жанынжағы p- типті жартылай өткізгіштің бір бөлігі теріс зарядталады, ал n-типті жартылай өткізгіштің бір бөлігі оң зарядталады. Осы қалыптасқан зарядталған қабат электрондар мен кемтіктердің диффузия процесіне бөгет жасайды [3].



1-сурет. Қарапайым күн элементінің конструкциясы

Нәтижесінде p-n ауысу аумағында потенциалды кедергі туындайды, одан өту үшін n-типті жартылай өткізгіштен электрондар және p-типті жартылай өткізгіштен кемтіктер белгілі бір энергия жұмсауы керек [4].

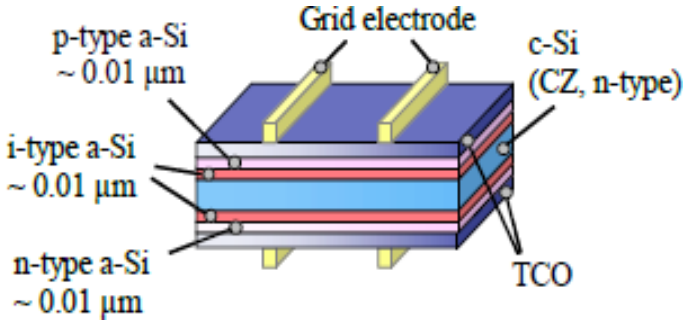
Күн сәулеленуінің энергиясын фотоэлектрлік түрлендіру қағидасы келесі негізгі процестерге негізделеді деп қорытынды жасауға болады: жартылай өткізгішті материалдың тыйым салынған аумағының енінен жоғары болатын энергиясы hν фотондардың жұтылуы, әркелкі заряд тасымалдаушыларының электронды-кемтікті жұптардың генерациясы және осы тасымалдаушыларды p-n-ауысудың электрлік өрісімен бөлу [5].

Заряд тасымалдаушыларының пайда болған ағыны пайдалы жұмыс атқара отырып, сыртқы электрлік тізбекке түседі. Күн элементі өндіретін энергияның түсетін сәулелену энергиясына қатынасы күн элементінің пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК) деп аталады [6].

ПӘК арттыру – күн сәулеленуінің түрлендірумен айналысатын барлық ғалымдардың негізгі мақсаттары. Бірінші кезекте, бұл күн элементтеріндегі әр түрлі жоғалулардың төмендеуімен байланысты. Тиімділікті қандай факторлардың шектейтіндігін түсіну үшін негізгі іргелі факторларды анықтап аламыз: термоландыруға жоғалу, оптикалық және рекомбинациялық жоғалулар [7].

НІТ күн элементтерінің құрылымы 2 суретте көрсетілгендей, монокристалл кремний (c-Si) мен жоғары сапалы өте жұқа аморфты кремний (a-Si) қабаттарының арасындағы гетерошекарадағы

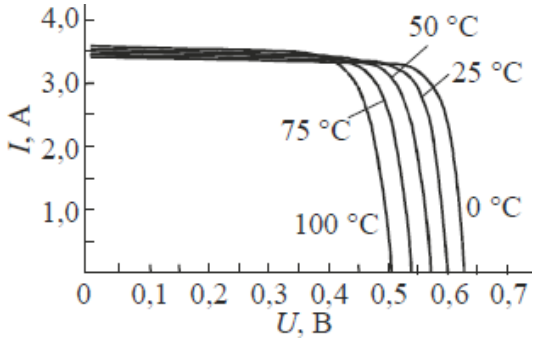
рекомбинация шығындарын төмендете алатын ерекшелікке ие. Жоғары сапалы a-Si қабатты қосқанда c-Si бетіндегі ақау деңгейі айтарлықтай төмен болады, осының салдарынан жоғары U_{xx} алуға болады. a-Si легирленген қабаттарының екі жағында да түссіз өткізгіш оксидті қабат (TCO) орнатылады, ал металл торлы қабаттар электродтарды қалыптастырады. Жоғарыда сипатталған HIT күн фотоэлементтерін дайындауға арналған барлық процестер 200° C төмен температурада жүргізіледі [8].



2-сурет. HIT фотоэлементінің сызбалық кескіні

HIT күн элементтерінің симметриялы құрылымы жылулық және механикалық кернеуді төмендетеді, бұл ұяшықтардың қалыңдықтарының төмендете отырып, артықшылықты қамтамасыз етеді және «екі жақты» модульдерді жасауға мүмкіндік береді [9].

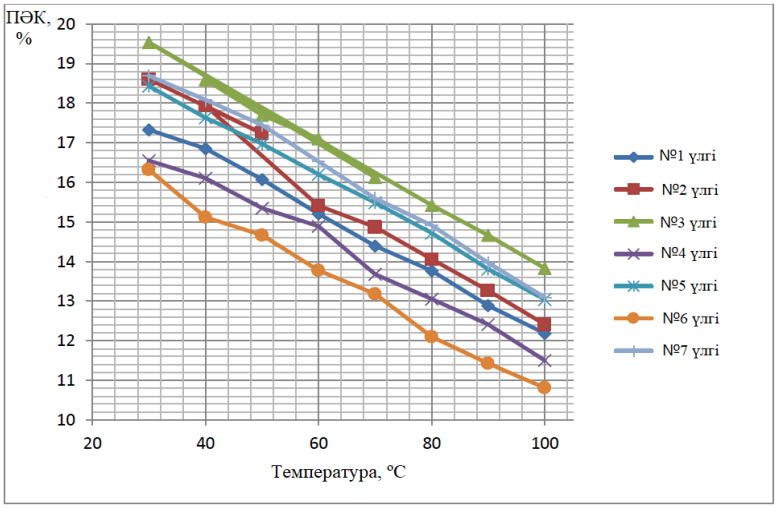
Температура артқан кезде Si диффузиялық ұзындықтар артады, себебі қосымша тасымалдаушылардың жарамдылық мерзімі ұзарады, ал диффузия коэффициенті өзгермейді немесе артады. Қосымша тасымалдаушылардың диффузиялық ұзындықтарының артуы күн сәулеленуімен фотоқоздырылған әркелкі тасымалдаушылардың тогының артуына алып келеді. Диффузиялық ұзындық артқан кезде $I_{к.т.}$ артады (3-сурет) [10].



3-сурет. Әр түрлі температура кезіндегі күн элементінің вольт-амперлік сипаттамасы (ВАС)

Алайда, қанығу тогының температурасынан экспоненциалды тәуелділігі бойынша КЭ бос жүрісінің кернеуі жылдам төмендейді. Ал, жоғары температура кезіндегі ВАС икемді пішіні толтыру факторының төмендеуіне алып келеді. Сәйкесінше, температура артқан кезде күн сәулеленуін түрлендіру тиімділігі төмендейді [11].

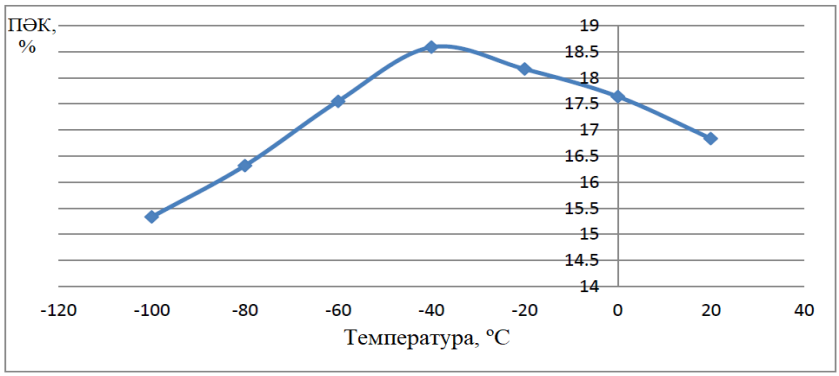
Күн эдементтері өнімділіктерінің температуралық тәуелділігі тәжірибелік пайдалануда шығыс қуатын анықтау үшін маңызды сипаттамалардың бірі болып танылған. Жалпы, күн элементтеріндегі шығыс қуаттың температуралық тәуелділігі негізінен U_{xx} сипатталады. U_m төмендеуі негізінен кремнидің өзінің материалы үшін негізгі болатын тасымалдаушылардың меншік тығыздығының N_i температуралық тәуелділігіне негізделген. Дегенменде, сонымен қатар бұл N_i бірге ток тығыздығының қанығуын J0 анықтайтын беттік рекомбинация жылдамдығына тәуелді болады. Беттік рекомбинация жылдамдығын тиімді бәсеңдетудің арқасында HIT күн элементтері жоғары U_{xx} (төмен J_0) ғана емес, сонымен бірге басқа кремний күн элементтерімен салыстырғанда төмен Uxx температуралық тәуелділікті көрсетеді [12].



4-сурет. Зерттелінген фотоэлектрлік түрлендіргіштердің ПӘК температураға тәуелділігі

Бірінші кезекте зерттелінетін КЭ температурасынан ПӘК тәуелділіктері тұрғызылды. 30 ºС бастап 100 ºС дейін температураның оң диапазонындағы өлшеу нәтижелері 4-суретте көрсетілген. Күн элементтерінің ПӘК графигінің мәліметтерінен көріп тұрғанымыздай, бөлме температурасындағы ПӘК ең жоғары мәнге ие болып, температура жоғарылаған сайын төмендеп отырған. Графиктерден тиімділіктің жоғалуының барлық элементтерде бірдей жүргендігін айта кетейік [13].

-100 ºС бастап +20 ºС дейінгі теріс температура аумағында фотоэлектрлік түрлендіргіштердің тиімділіктері артады, -40 ºС температура кезінде ең жоғарғы мән алынған және ары қарай тиімділік біртіндеп төмендеген (5-сурет). ПӘК ең жоғарғы мәні «паразиттік» кедергілердің пайда болуымен байланысты. Күн элементінің температурасы ПӘК жоғары деңгейде әсер етеді [14].



5-сурет. Зерттеліп отырған фотоэлектрлік түрлендіргіштердің ПӘК теріс температура диапазонындағы тәуелділіктері

Зерттеу нәтижелері бойынша, температура өзгерісінің НІТ технологиясы бойынша дайындалған фотоэлементтердің фотоэлектрлік сипаттамаларының әрекеттеріне қалай әсер ететіндігі қарастырылған. Пайдаланылатын КЭ тиімділігі температура жоғарылаған кезде төмендеген. КЭ тиімділіктерінің жоғалуы шамамен абсолюттік мәннің 20% құрады, ал бір ауысымды кремний фотоэлементтерінде тура сол температура интервалдарында тиімділік абсолют мәннен ~35% дейін төмендеген. Бұл бір ауысымды кремний элементтерімен салыстырғанда фотоэлементтердің температуралық әсерге тұрақтылығының жақсы екендігін дәлелдейді [15].

НІТ күн элементтерінің жақсы температуралық тәуелділіктері қарапайым фотоэлектрлік жүйеремен салыстырғанда үлкен жылдық шығыс қуатын алу үшін артықшылықты қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Андреев В.М., Грилихес В.А., Румянцев В.Д. «Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения» — Л.: Наука, 2009. - 310 с.

[2] Гудовских А. С. «Границы раздела в солнечных элементах на основе гетероструктур», СПБ.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012, – 160 с.

[3] M. Taguchi et al., Proceedings 5th Photovoltaic Science and Engineering Conference, 2009, – 67 p.

[4] Y. Tsunomura et al., Proceedings 17th Photovoltaic Science and Engineering Conference, 2007, – P. 45-49.

[5] M. Taguchi et al., Prog. Photovolt. Res. Appl., 2000, – 503 p.

[6] H. J. Hovel, Semiconductors and Semimetals Vol. 11 Solar Cells, Academic Press, 2006, – P. 78-83.

[7] H. Kanno et al., Proceedings 23rd European, Photovoltaic Solar Energy Conference, 2008, – P. 123-126.

[8] H. Inoue et al., to be presented at MRS Fall Meeting, 2009, – 47 p.

[9] M. Taguchi et al., Jpn. J. Appl. Phys. 47, 2008, 814 p.

[10] V. D. Rumyantsev, A. V. Chekalin, D. A. Malevskiy, M. Z. Shvarts, V. M. Andreev «Low Temperature Measurements of State-of-the-Art Concentrator Solar Cells», AIP Conference Proceedings, 2014, – P. 89-94.

[11] Фортов В.Е., Поппель О.С. Энергетика в современном мире. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 168 с.

[12] Виссарионов В. И. и др. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" - 2-е изд., Москва: Издательский дом МЭИ, 2011. - 276 с.

[13] Виссарионов В.И., Дерюгин В.И, Крувенкова С.В. «Теоретические основы энергетики возобновляемых источников». Москва: Издательский дом МЭИ. - 2008. – 156 с.

[14] Фаренбрух А., Бьюб Р., Солнечные элементы. Теория и эксперимент. Москва: Энергоатомиздат., 2007, – 67 с.

[15] Фистуль В.И., Введение в физику полупроводников, М.: Высшая школа, 2011 - 124 с.

Омаркұл Ж.М., Советова Ж.С., Токмолдин Н.С.

Температурные измерения фотоэлектрических преобразователей, изготовленных по технологии hit

Резюме. В работе исследовались поведения, характеристики и параметры при термоциклировании HIT фотоэлементов.

В результате проведённой работы были проведены испытания фотоэлементов в интервале температур от -100˚ до +100˚С с отслеживанием фотоэлектрических характеристик в ходе всего эксперимента. Использовались СЭ с размерами 10.1 х 11,2 мм с площадью фотоактивной поверхности 0,846 см^2. Исследуемые образцы были взяты с одной подложки и имели примерно одинаковую эффективность (19%). Для фиксации характеристики жизненных циклов произведены испытание термоциклированием с регистрацией фотоэлектрических характеристик после каждого цикла.

Ключевые слова: фотоэлектрические преобразователи, вольтамперная характеристика, солнечные элементы, температурные измерения, фотоэлементы.

УДК 378.141

B. Kuzenbaev, B. Abayeva

(A. Baitursynov Kostanay state University, Kostanay, Kazakhstan

E-mail: abaevabaha-04@mail.ru)

THE ONTOLOGICAL MODEL OF THE AUTOMATED ACCOUNTING SYSTEM

Abstract. This article reflects the issues related to the development of an automated accounting system, the studied methodological method to the compilation of the automated systems, found the study area, the theoretical method of creation of an ontology of the study area, the comparative analysis of models of demonstration of knowledge and found that the frame model to a greater extent fulfil the conditions for knowledge models for designing intelligent systems of this type. The structuring and formalization of knowledge of the field of accounting on the basis of ontological approach at the stage of technological decision-making is carried out. The characteristics of ontology elements are revealed and their meanings are described, the classification of classes, subclasses is developed, the characteristics reflecting these concepts are revealed, and the conceptual structure of ontology of accounting area is developed.

Key words: ontology, automated system, subject area, structure, ontological model.

Б. Кузенбаев, Б. Абаева
(Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова,
Костанай, Казахстан)

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА

Аннотация. Данная статья отражает вопросы, связанные с разработкой автоматизированной системы бухгалтерского учета, изучен методологический способ к составлению автоматизированных систем, обнаружена область изучения, найдены теоретический способ создания онтологии изучаемой области, осуществлен сравнительный анализ моделей демонстрации знаний и установлено, что фреймовая модель в большей степени отвечает поставленным условиям к моделям представления знаний для разработки интеллектуальной системы данного типа. Выполнена структуризация и формализация знаний исследуемой области бухгалтерского учета на основе онтологического подхода на этапе принятия технологических решений. Выявлены характеристики элементов онтологии и описаны их значения, разработана классификация классов, подклассов, выявлены характеристики, отображающие данные понятия, и разработана понятийная структура онтологии области бухгалтерского учета.

Ключевые слова: онтология, автоматизированная система, предметная область, структура, онтологическая модель.

Систематизация работы системы бухгалтерского учета является важной частью организации рабочего процесса. В настоящее время автоматизация рабочих процессов, в том числе и работы систем бухгалтерского учета, приводит к получению результатов, способных вывести данный процесс на качественно новый уровень [1]. Развитие информационных технологий закономерно приводит к появлению новых способов и форм организации рабочего процесса. Современный уровень автоматизации рабочих процессов определяется глобальной информатизацией рабочего процесса, направленного на повышение эффективности профессиональной подготовки специалистов, их перехода на качественый уровень. Применение программного обеспечения исключает «человеческий фактор», упорядочивая бухгалтерский учет. Автоматизация бухгалтерского учета помогает исключить большое число ошибок, повысить оперативность и экономичность работы всех отделов бухгалтерии. Создание интегрированной АИС является важнейшим шагом для оперативного получения информации, так необходимой для эффективной работы всей организации.

Внедряя автоматизированный учет, все имеющиеся данные можно использовать в разных сферах деятельности предприятия, в том числе для аналитики с целью дальнейшей корректировки политики организации. Это непосредственно относится и к управленческому учету, поскольку своевременно принятые меры способствуют не только стабильному развитию предприятия, но и недопущению ошибок, приводящих к последствиям.

Задача исследования – создание онтологии автоматизированной системы бухгалтерского учета в период принятия научно-технических заключений. Методы исследования: методы системного анализа, онтологический подход, системный подход, методы интеллектуализации, средства и методы интерфейса пользователя, поддержки принятия решений.

Необходимость в построении онтологий появляется по следующим обстоятельствам [2]: с целью повторного использования знаний предметной области; с целью общего использования людьми или программными агентами общего понимания конечной информации; с целью разделения знаний предметной области от оперативных знаний; для корректировки знаний предметной области; с целью выявления ошибок предметной области.

Онтология представляет собой формальное явное описание понятий в изучаемой предметной области (классов (иногда их называют понятия)), свойств каждого понятия, характеризующих разные свойства и атрибуты понятия (слотов (также их называют ролями или свойствами)), и ограничений, наложенных на слоты (фацетов (иногда их называют ограничениями ролей)) [3]. Онтология вместе с

набором индивидуальных экземпляров классов представляет базу знаний, например, онтологическую модель автоматизированной системы бухгалтерского учета.

Процесс разработки онтологии предметной области включает следующие основные этапы [4]: выявление области и масштаба онтологии; перечисление важных терминов в онтологии; анализ вариантов повторного применения имеющихся онтологий; установление фацетов слотов; формирование экземпляров; установление классов и иерархии классов; установление свойств классов – слотов.

В соответствии со структурой разрабатываемой онтологии, исследована предметная область и отображены основные составляющие – классы: сводно-балансовая группа, касса, заместитель главного бухгалтера, финансово-расчетная группа. Общая схема исследуемой онтологии.

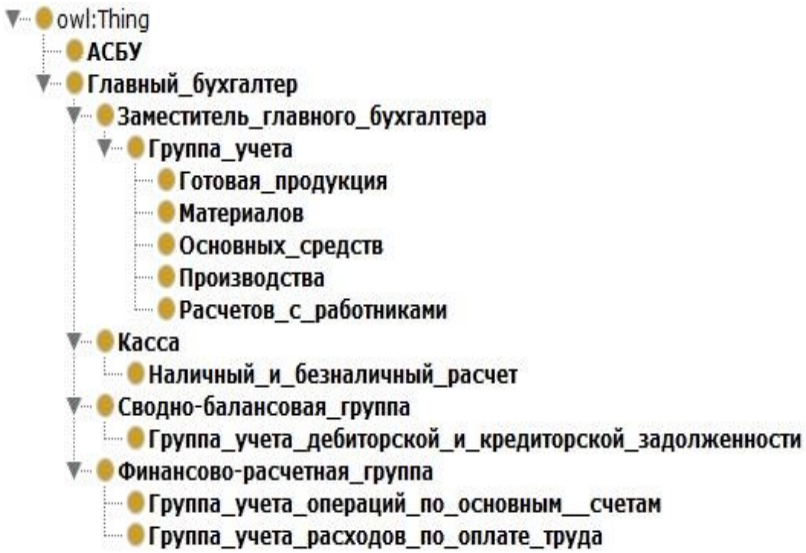


Рис. 1. Общая схема элементов онтологии предметной области АСБУ

В проведенном исследовании рассмотрен класс «Заместитель главного бухгалтера», который включает в себя подклассы «Группа учета». Подкласс «Готовая продукция», которая отображает экономические ресурсы, имеющие денежную стоимость и возникающие на основе событий прошлой хозяйственной деятельности. Подкласс «Материалы» - производственные запасы, используемые в производстве продукции, для выполнения работ, топливо, сырье, материалы, полуфабрикаты и средства комплектации, тара и тарные материалы, запасные части, инвентарь и хозяйственные принадлежности, специальная аппаратура, прочие материалы [5]. Подкласс «Основные средства» - часть имущества, используемая многократно в качестве средств труда при производстве продукции, выполнении работ или оказании услуг либо для управленческих нужд организации в течение периода, превышающего 12 месяцев. К ним относятся: здания, хозяйственный инвентарь и принадлежности, рабочие и силовые машины и оборудование, измерительные и регулирующие приборы и устройства, вычислительная техника, транспортные средства, инструменты, производственный и продуктивный и племенной скот, многолетние насаждения и прочие основные фонды, сооружения. Подкласс «Производство» - процесс, направленный на создание на преобразование экономических ресурсов, или факторов производства для получения необходимых экономическим субъектам товаров и услуг , при которой осуществляются затраты труда, капитала, природных ресурсов и т.д. для производства других продуктов и услуг, т.е. процесс, в котором труд и активы используются для трансформации затрат товаров и услуг в выпуск новых продуктов и услуг. Подкласс «Расчет с работниками» - оплата труда работников, расчет компенсаций, заработных плат, отпускных, больничных.

Второй класс «Касса» включает в себя подкласс «Наличный и безналичный расчет». Данный подкласс представляет собой денежные средства, которыми производится расчет с работниками посредством перевода их на карту или получения их через кассу.

Следующий класс «Сводно-балансовая группа», состаящая из подкласса «Группа учета дебиторской и кредиторской задолженности». Данный подкласс отображает наличие остатков на счетах дебита и кредита.

Последний класс «Финансово-расчетная группа», включающая 2 подкласса «Группа учета операций по основным счетам» и «Группа учета расхода по оплате труда». Подкласс «Группа учета операций по основным счетам» отображает все операции, проводящиеся на основных счетах и наличие на них остатков по дебиту и кредиту. Второй подкласс «Группа учета расхода по оплате труда» демонстрирует количество средств, использующихся на все операции по расчету с сотрудниками.

Каждый класс и подкласс выполняет определенные функции, которые прописаны в программе и присвоены каждому объекту

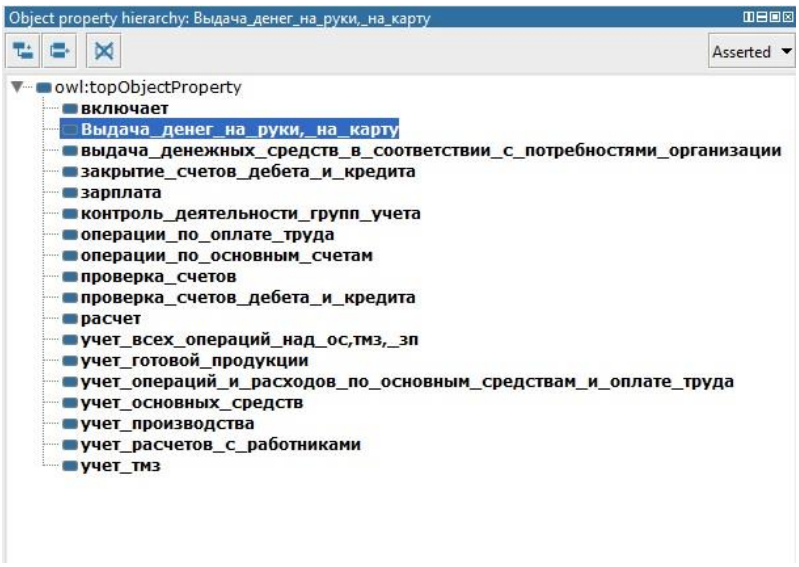


Рис. 2. Функции классов и подклассов

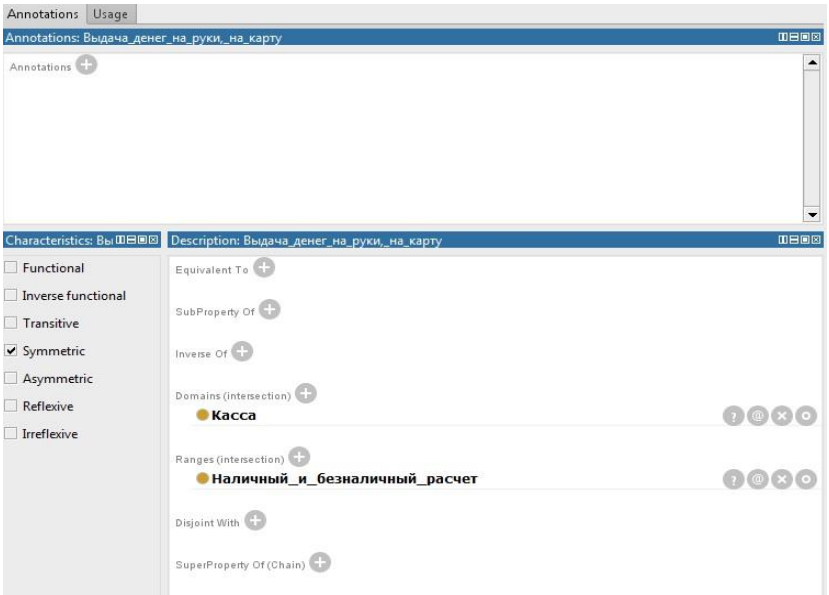


Рис. 3. Присвоение функций объектам

Для разработки онтологии использовался программный инструмент Protégé 5.0. Данная онтология состоит из связей классов и подклассов

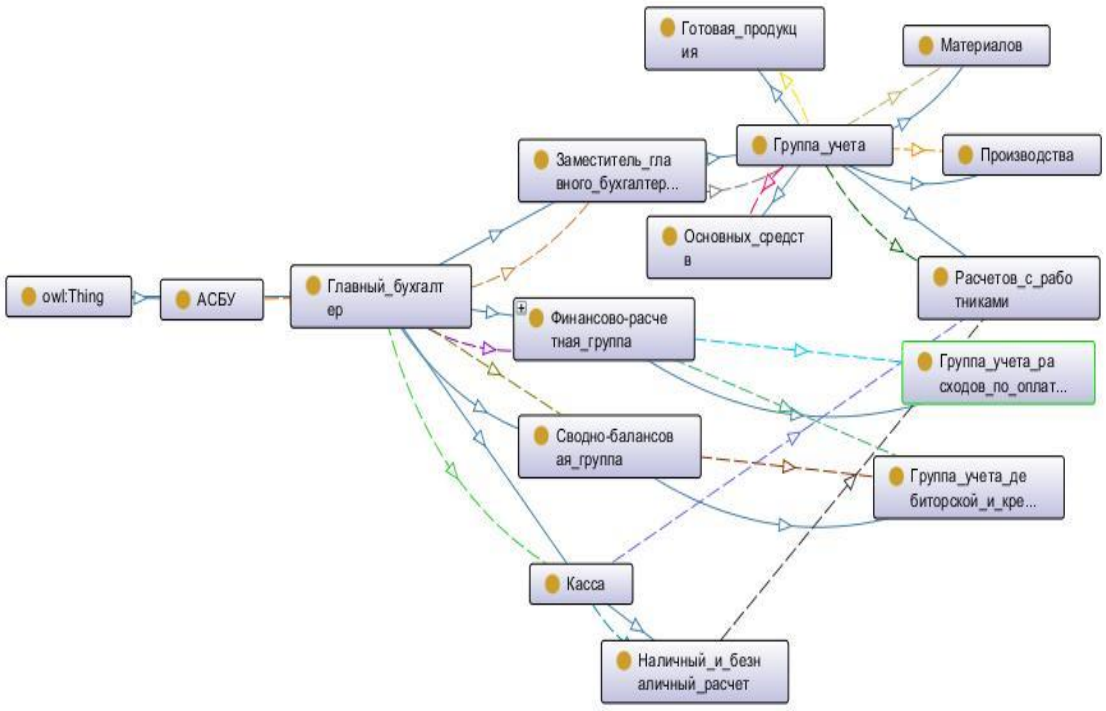


Рис. 4. Онтологическая схема автоматизированной системы бухгалтерского учета

Выполнена формализация и структуризация данных для системы бухгалтерского учета на основании онтологического подхода. Установлены характеристики классов онтологии и описаны их функции. Разработана онтология системы бухгалтерского учета, характеризующая основу базы знаний изучаемой проблемной области.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Малюх В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. – М.:ДМК Пресс, 2012. – 192 с.

[2] Цели создания онтологии [Электронный ресурс]. – URL:: http://www.intuit.ru/department/expert/ontoth/1/2.html (дата обращения: 28.03.2019).

[3] Разработка онтологии 101: руководство по созданию Вашей первой онтологии / Наталья Ф. Ной (Natalya F. Noy) и Дэбора Л. МакГиннесс, Стэнфордский Университет, Стэнфорд, Калифорния, 9430

[4] Моделирование и экспертные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.uspi.ru/mathem&inform/lek5/lek_5.htm (дата обращения: 22.08.2013).

[5] Учет материалов, основных средств и готовой продукции [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberpedia.su/17x11c3c.html

Кузенбаев Б., Абаева Б.

Бухгалтерлік есептің автоматтандырылған жүйесінің онтологиялық моделі

Түйіндеме. Бұл мақала бухгалтерлік есептің автоматтандырылған жүйесін әзірлеумен байланысты мәселелерді бейнелейді, автоматтандырылған жүйелерді құрастырудың әдіснамалық тәсілі зерделенді, зерттеу саласы анықталды, зерттелетін саланың онтологиясын құрудың теориялық тәсілі табылды, білімді көрсету модельдеріне салыстырмалы талдау жасалды және фреймдік модель осы типтегі зияткерлік жүйені әзірлеу үшін білім беру үлгілеріне қойылған шарттарға жауап беретіні анықталды. Технологиялық шешімдерді қабылдау кезеңінде онтологиялық тәсіл негізінде зерттелетін бухгалтерлік есеп саласындағы білімді құрылымдау және формалдау орындалды. Онтология элементтерінің сипаттамалары анықталды және олардың мәндері сипатталды, сыныптарды, ішкі сыныптарды жіктеу әзірленді, осы ұғымдарды көрсететін сипаттамалар анықталды және бухгалтерлік есеп саласындағы онтологияның ұғымдық құрылымы әзірленді.

Түйін сөздер: онтология, автоматтандырылған жүйе, пәндік сала, құрылым, онтологиялық модель.

УДК 519.63

B. Ajan, M. Inkarbekov, B. Assilbekov, I. Beisembetov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
ajan.bekzat@gmail.com)

LIMITERS FOR MODAL DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD

Abstract. Turbulence is the state of a continuous medium, gas, liquid, and their mixtures, when they observe chaotic oscillations of instantaneous values of pressure, velocity, temperature, density relative to some average values, due to nucleation, interaction, and the disappearance of vortex movements of various scales in them, as well as linear and nonlinear waves, solitons, jets. Their nonlinear vortex interaction and propagation in space and time occurs.

Large eddy simulation (LES) is one of the methods for modeling turbulent flows, where large scales of turbulence are explicitly calculated, and the effects of smaller eddies are modeled using subgrid closure rules.

The aim of the paper is to construct a two-dimensional LES solver of turbulent problems by the Galerkin discontinuous method using TVD slope limiters. The mixing layer problem is solved as a test problem in this article. A mathematical and numerical model of the problem was constructed. Based on the results obtained by LES, the operability of the solver has been proved.

Keywords: CFD, LES, DG, DNS, turbulence.

1. Introduction

The modal discontinuous Galerkin (DG) method is one of the most modern methods in computational fluid dynamics due to the ease of increasing the order of approximation while keeping the stencil local [1]. It combines the advantages of finite element methods and a finite volume method. The structure of the discontinuous Galerkin method (DG) is very close to the traditional finite element method (FEM), however, there are several fundamental differences. In particular, the mass matrix is local, which makes the method relatively cheap in terms of computing resources. Moreover, in comparison with FEM, the method is significantly flexible in solving wave problems. When compared to the finite volume method (FV), DG dominates, with the ability to achieve high order of accuracy on unstructured meshes [2].

As is known, in order to ensure the monotony of the solution obtained by this method, it is necessary to introduce so-called slope limiters, or limiters, especially if the solution contains strong discontinuities. The idea of the classical limiter [3] is easily realized both in one-dimensional and in two-dimensional and three-dimensional cases, moreover, on arbitrary triangular and tetrahedral grids. But when using this limiter, unfortunately, the accuracy of the solution decreases [4]. When using the discontinuous Galerkin method of high order of accuracy, the “moment” limiter has proven itself well [5]. However, when solving problems with two or three spatial variables, the use of a “moment” limiter is possible only with the use of orthogonal grids.

2. Two-dimensional limiting

Let’s consider a mixing layer problem on a domain $\Omega = \{-14 \le x \le 14; -14 \le y \le 14\}$.

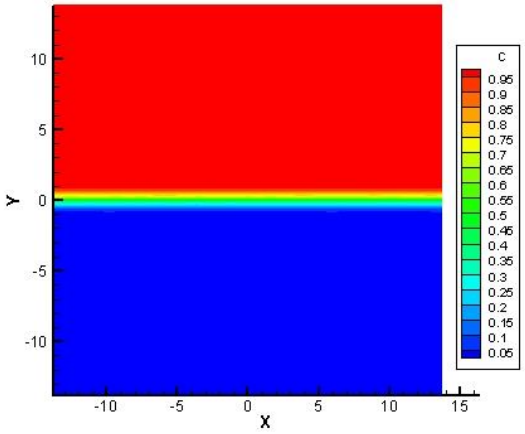


Fig. 1. Mixing layer problem visualization

At initial time we set small perturbations in the flow boundary at the height center and assume the liquid is incompressible ($\rho = const$).

With initial conditions $t = 0$:

$$u = \begin{cases} 1, & if\ y \geq 0 \\ 0, & if\ y < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$v = 0$$

$$\phi = \begin{cases} 1, & if\ y \geq 0 \\ 0, & if\ y < 0 \end{cases}$$

Governing equations in dimensionless parameters are following

Continuity equation:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

Momentum equations:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial uu}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{Re}\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial vv}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{Re}\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)$$

Mass conservation:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \frac{\partial \phi u}{\partial x} + \frac{\partial \phi v}{\partial y} = \frac{1}{Pe}\left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2}\right) \quad (3)$$

For averaging the equations for solving turbulent problems usage of filters is required. LES includes filtering operation:

$$\langle f(x,t)\rangle_l = \int_{-\infty}^{\infty} f(x',t)\mathcal{G}(x',x)dx' \quad (4)$$

where $f(x,t)$ - a filter function, $\langle f(x,t)\rangle_l$ - a filtered value of a transport variable $f(x,t)$, and $f'(x,t) = f(x,t) - \langle f(x,t)\rangle_l$ represents fluctuations of the function $f(x,t)$ from the filtered value [5].

Following conditions for the filter function must be performed:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \mathcal{G}dx = 1 \quad (5)$$

$$\mathcal{G}(x) = \mathcal{G}(-x)$$

$$\mathcal{G}(x) \geq 0\ \forall x \in \mathcal{R}$$

$\mathcal{R}$ is a set of real numbers. The final equations are:

$$\frac{\partial \langle u_i \rangle}{\partial x_i} = 0$$

$$\frac{\partial \langle u_i \rangle_L}{\partial t} + \frac{\partial \langle u_i \rangle_L \langle u_j \rangle_L}{\partial x_j} = -\frac{\partial \langle p \rangle_l}{\partial x_i} + \frac{\partial \langle \tau_{ij} \rangle_L}{\partial x_j} - \frac{\partial T_{ij}}{\partial x_j} \quad (6)$$

$$\frac{\partial \langle \phi \rangle_L}{\partial t} + \frac{\partial \langle \phi \rangle_L \langle u_j \rangle_L}{\partial x_j} = \frac{\partial \langle J_j \rangle_L}{\partial x_j} - \frac{\partial M_i}{\partial x_j}$$

where T_{ij}, M_i are subgrid stress tensors, which are defined as:

$$T_{ij} = \langle u_i u_j \rangle_L - \langle u_i \rangle_L \langle u_j \rangle_L$$

$$T_{ij} = -2C_R \Delta_G \varepsilon^{\frac{1}{2}} \left(\langle S_{ij} \rangle_L - \frac{1}{3} \langle S_{kk} \rangle_L \delta_{ij} \right) + \frac{2}{3} C_I \varepsilon \delta_{ij}$$

$$\varepsilon = \left| \langle u_i^* \rangle_L \langle u_j^* \rangle_L - \langle \langle u_i^* \rangle_L \rangle_l \left\langle \langle u_j^* \rangle_L \right\rangle_l \right|, \; u_i^* = u_i - U_i$$

$$M_i{}^{\alpha} = \langle u_i \phi \rangle_L - \langle u_i \rangle_L \langle \phi \rangle_L$$

$$M_i = -\frac{\nu_t}{Sc_t} \frac{\partial \langle \phi \rangle_L}{\partial x_i}, \; \nu_t = C_R \Delta_G \varepsilon^{\frac{1}{2}}$$

We set periodic boundary conditions along X axis and open boundary conditions along Y.

$$\left.\frac{\partial \vec{u}}{\partial y}\right|_{y=0} = 0, \left.\frac{\partial \vec{u}}{\partial y}\right|_{y=H} = 0, \left.\frac{\partial \phi}{\partial y}\right|_{y=0} = 0, \left.\frac{\partial \phi}{\partial y}\right|_{y=H} = 0, \left.\frac{\partial P}{\partial y}\right|_{y=0} = 0, \left.\frac{\partial P}{\partial y}\right|_{y=H} = 0$$

The solution will be in the form [6]:

$$u_n^K = \sum_{j=0}^{Np} \hat{u}_j^K(t) \varphi_j(\xi)$$

Polynomial series are the solution inside elements, where $\psi_j(\xi,\eta)$ – normalized Legendre polynomials.

$$u_N^K = \hat{u}_N^K(t) \psi_j(\xi,\eta) \tag{7}$$

$$v_N^K = \hat{v}_N^K(t) \psi_j(\xi,\eta)$$

$$p_N^K = \hat{p}_N^K(t) \psi_j(\xi,\eta)$$

$$c_N^K = \hat{c}_N^K(t) \psi_j(\xi,\eta)$$

3 step Chorin's algorithm is used to solve momentum equations
1 step: Velocity predictor step

$$\frac{\vec{v}^* - \vec{v}^n}{\Delta t} + \vec{v}^n \cdot \nabla \vec{v}^n = \frac{1}{Re} \nabla^2 \vec{v}^n$$

2 step: Pressure step

$$\frac{\partial p}{\partial \hat{t}} = \nabla^2 p^{n+1} - \nabla \cdot \frac{\vec{v}^*}{\Delta t}$$

3 step: Velocity corrector step

$$\vec{v}^{n+1} = \vec{v}^* - \nabla p^{n+1} \Delta t$$

We rewrite velocity predictor step in conservative form and obtain discontinuous Galerkin scheme [7].

$$\frac{\partial U}{\partial t}+\frac{\partial F-F^{v}}{\partial x}+\frac{\partial G-G^{v}}{\partial y}=0$$

$$U=\begin{pmatrix}u\\v\\\phi\end{pmatrix},\ F=\begin{pmatrix}uu\\uv\\u\phi\end{pmatrix},\ G=\begin{pmatrix}vu\\vv\\v\phi\end{pmatrix},$$

$$F^{v}=\begin{pmatrix}\sigma_{xx}-T_{xx}\\\sigma_{xy}-T_{xy}\\-J_{x}-M_{x}\end{pmatrix},\ G^{v}=\begin{pmatrix}\sigma_{xy}-T_{xy}\\\sigma_{yy}-T_{yy}\\-J_{y}-M_{y}\end{pmatrix} \tag{8}$$

Multiplying by basis function and integrating:

$$\frac{\Delta x\Delta y}{4}\frac{d\vec{U}_i}{dt}\int_{[-1,1]^2}\psi_i\psi_j dV+\frac{\Delta y}{2}\left(\int_{[-1,1]}\left(F'\psi_j\right)_{\xi=1}dS-\int_{[-1,1]}\left(F'\psi_j\right)_{\xi=-1}dS-\hat{F}_i'\int_{[-1,1]^2}\psi_i\frac{\partial\psi_j}{\partial x}dV\right)+ \tag{9}$$

$$+\frac{\Delta x}{2}\left(\int_{[-1,1]}\left(G'\psi_j\right)_{\eta=1}dS-\int_{[-1,1]}\left(G'\psi_j\right)_{\eta=-1}dS-\hat{G}_i'\int_{[-1,1]^2}\psi_i\frac{\partial\psi_j}{\partial x}dV\right)=0,$$

where $M_{ij}=\int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1}\psi_j\psi_i d\xi d\eta=\delta_{ij},\ Sx_{ij}=\int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1}\psi_j\frac{\partial\psi_i}{\partial\xi}d\xi d\eta,$

$$Sy_{ij}=\int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1}\psi_j\frac{\partial\psi_i}{\partial\xi}d\xi d\eta.$$

$$\psi_j=\begin{pmatrix}\frac{\sqrt{2}}{2}\\\frac{\sqrt{6}}{2}x\\\frac{\sqrt{10}}{2}\left(\frac{3}{2}x^2-\frac{1}{2}\right)\\\frac{\sqrt{14}}{2}\left(\frac{5}{2}x^3-\frac{3}{2}x\right)\\\frac{\sqrt{18}}{2}\left(\frac{35}{8}x^4-\frac{15}{4}x^2+\frac{3}{8}\right)\\\frac{\sqrt{22}}{2}\left(\frac{63}{8}x^5-\frac{35}{4}x^3+\frac{15}{8}x\right)\end{pmatrix}$$

Then we apply moment limiter using the following obtained formula [8]:

$$\tilde{c}_{i,j}^{k,m}=minmod\left(c_{i,j}^{k,m},\alpha_j\left(c_{i,j-1}^{k,m+1}-c_{i,j-1}^{k,m}\right),\alpha_j\left(c_{i,j-1}^{k,m}-c_{i,j-1}^{k,m-1}\right),\alpha_i\left(c_{i-1,j}^{k+1,m}-c_{i-1,j}^{k,m}\right),\alpha_i\left(c_{i-1,j}^{k-1,m}-c_{i,j}^{k,m}\right)\right)$$

Here α is a dispersion parameter: $\frac{1}{2\sqrt{4n^2-1}}\leq\alpha_n\leq\sqrt{\frac{2n-1}{2n+1}}$

1. Results

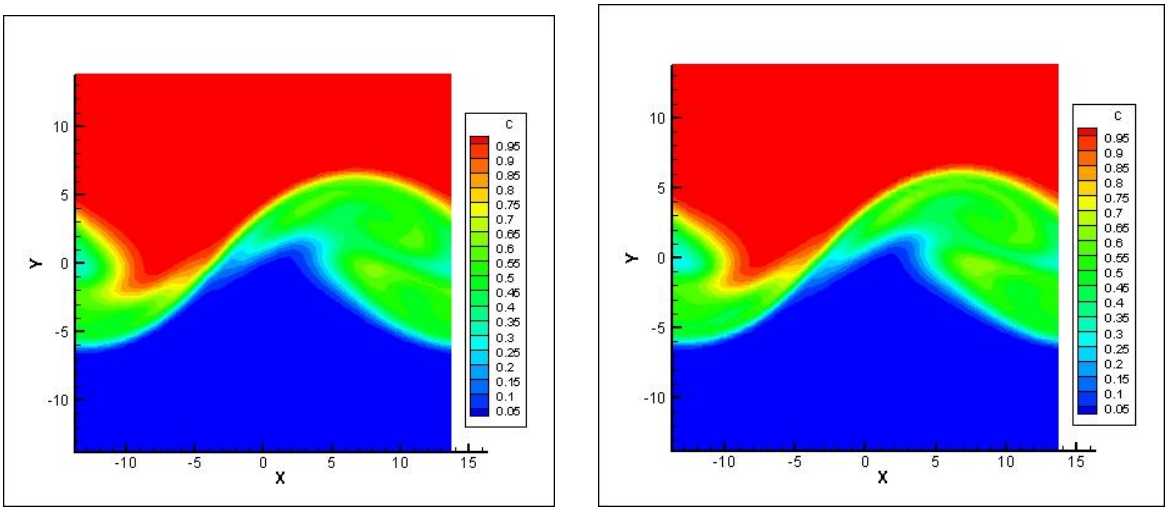


Fig. 2. Mass fraction at 42s. p=1, p=3 respectively

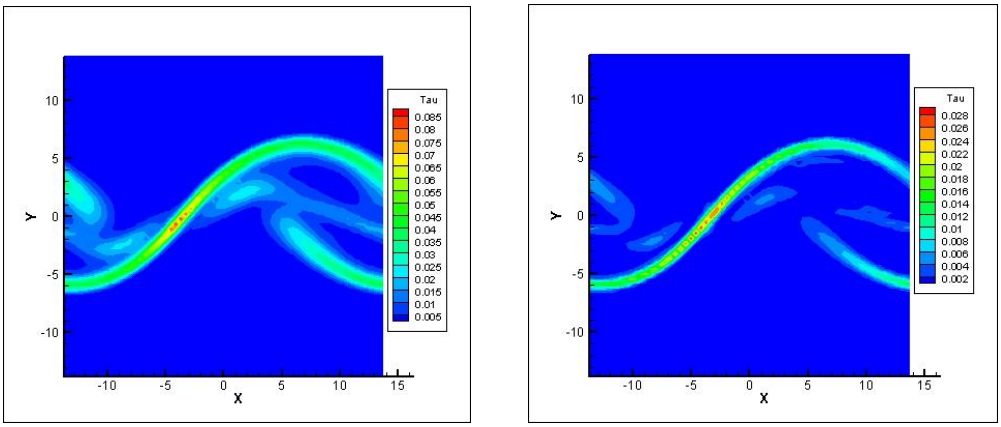


Fig. 3. Subgrid stress, p=1, p=3 respectively

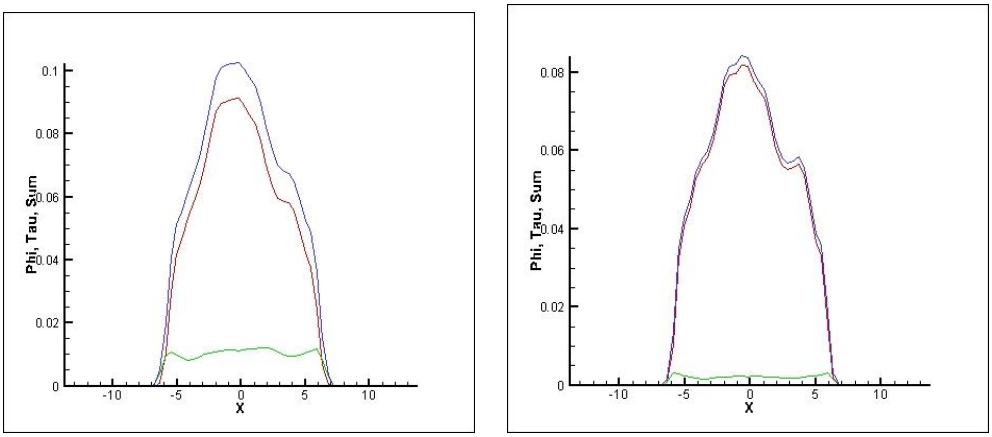


Fig. 4. Green – modeled specter of energy, red – directly computed specter and blue – total energy

CONCLUSION

We have described the moment limiter for discontinuous Galerkin methods that can limit a high-order approximation without reducing it to first order. The limiter was developed in two dimensions. As shown in figure 4 results are smooth without any oscillations. Also by raising polynomial order our LES solver results

approaches to DNS. Modeled energy portion with order p=3 is two times less than p=1. So, we can say that the moment limiter is a useful tool in solving discontinuous problems, and in DG methods it is inevitable to use limiters.

REFERENCES

[1] Reynolds O. An experimental investigation of the circumstances which determine whether the motion of water shall be direct or sinuous, and of the law of resistance in parallel channels // Proceedings of the royal society of London. – 1883. – Vol. 35, № 224-226. – P. 84-99.

[2] Fox D. G., Lilly D. K. Numerical simulation of turbulent flows //Reviews of Geophysics. – 1972. – Т. 10, №. 1. – P. 51-72.

[3] W. P. Jones. Turbulence Modelling and Numerical Solution Methods for Variable Density and Combusting Flows, Chap. 6, P. 309-374.

[4] Rogallo S. and Moin P. Numerical simulation of turbulent flow // Annu. Rev. Fluid Mech. – 1984. – Vol. 16. – P. 99.

[5] Germano M. et al. A dynamic subgrid- scale eddy viscosity model //Physics of Fluids A: Fluid Dynamics. – 1991. – Т. 3, №. 7. – P. 1760-1765.

[6] Nik M. B. et al. EPVS-FMDF for LES of High-Speed Turbulent Flows //50th AIAA Aerospace Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition. – 2012. – P. 1-12.

[7] Gicquel L. Y. M. et al. Velocity filtered density function for large eddy simulation of turbulent flows //Physics of Fluids. – 2002. – Т. 14, №. 3. – P. 1196-1213.

[8] Barlow R. S., Frank J. H. Effects of turbulence on species mass fractions in methane/air jet flames //Symposium (International) on Combustion. – Elsevier, 1998. – Т. 27, №. 1. – P. 1087-1095.

[9] Grigoriu M. Applied non-Gaussian processes: Examples, theory, simulation, linear random vibration, and MATLAB solutions. – Prentice Hall, 1995. – 361 P.

[10] Kloeden P. E., Platen E., Schurz H. Numerical solution of SDE through computer experiments. – Springer Science & Business Media, 2012. – 212 P.

[11] Sammak S. et al. A Hybrid DG-Monte Carlo FDF Simulator //Computers & Fluids. – 2016. – Т. 140. – P. 158-166.

[12] Brazell M. J. and Mavriplis D. J. 3D mixed element discontinuous Galerkin with shock capturing // AIAA J. – 2013. – Vol. 9. – P. 86-103.

[13] Lax P. D. Weak solutions of nonlinear hyperbolic equations and their numerical computation// Communications on Pure and Applied Mathematics. – Vol. 7, №. 1. – 1954. – P. 159-193.

[14] Roe P. Approximate Riemann solvers, parameter vectors, and di erence schemes// J. Comput. Phys. –Vol. 43, №. 2. – 1981. – P. 357-372.

[15] Sun M., Takayama K. An arti cially upstream ux vector splitting scheme for the Euler equations// J. Comput. Phys. – Vol. 189, №. 1. – 2003. – P. 305-329.

[16] Hartmann R., Houston P. An optimal order interior penalty discontinuous Galerkin discretization of the compress-ible Navier-Stokes equations// J. Comput. Phys. -Vol. 227, №. 22. – 2008. – P. 9670-9685.

[17] Kloeden P. E., Platen E., Schurz H. Numerical solution of SDE through computer experiments. – Springer Science & Business Media, 2012. – 212 P.

[18] Ито К. Диффузионные процессы и их траектории / К. Ито, Г. П. Маккин – М.: Мир, 1968. – 394 С.

[19] Karlin S., Taylor H. E. A second course in stochastic processes. – Elsevier, 1981. – 542 P.

[20] Jaberi F. A., Colucci P. J., James S., Givi P., & Pope S. B. Filtered mass density function for large-eddy simulation of turbulent reacting flows //Journal of Fluid Mechanics. – 1999. – Т. 401. – P. 85-121.

[21] Bergman T. L., Incropera F. P., DeWitt, D. P., and Lavine A. S. Fundamentals of heat and mass transfer. – John Wiley & Sons, 2011. – 1070 P.

[22] Smagorinsky J. General circulation experiments with the primitive equations: I. The basic experiment //Monthly weather review. – 1963. – Т. 91, №. 3. – P. 99-164.

Аджан Б.З., Инкарбеков М.К., Асилбеков Б.К., Бейсембетов И.К.

Модальді үзілісті Галеркин әдісі үшін лимитерлер қолданысы

Түйіндеме: Турбулентті ағыстарға қатысты есептерді шешу үшін құрылған LES есептеуіші жақсы нәтижелер көрсетті. Қолданылған лимитерлер жақсы нәтиже көрсетіп тұр. Болашақта азырақ диффузияға ұшырап, жақсы тұрақтылығын сақтайтын тиімді сандық ағын таңдау жолдарын қарастыруды көздеп отырмыз. Оған қоса параллель есептеу технологияларын қолданып, үзілісті Галеркин әдісін фильтрленген тығыздық функциясы әдістемелігімен ұштастыруды жоспарлаудамыз.

Түйін сөздер: CFD, LES, DG, DNS, турбуленттілік.

Аджан Б.З., Инкарбеков М.К., Асилбеков Б.К., Бейсембетов И.К.

Лимитеры для модального разрывного метода Галеркина

Резюме: Построен двумерный LES решатель турбулентных задач методом разрывного Галеркина с применением лимитеров момента. В качестве тестовой задачи решена задача слоя смешения. Построена математическая и численная модель задачи развивающегося по времени слоя смещения. На основании результатов расчетов LES продемонстрирована работоспособность построенного решателя. Планируется скомбинировать метод разрывного Галеркина с методологией фильтрованной функции плотности, используя технологий параллельных вычислений.

Ключевые слова: LES, DG, DNS, турбулентность.

УДК 519.63

L.M. Tukenova

AUXILIARY PROBLEM WITH A BIHARMONIC OPERATOR

Summary. The article deals with current issues of the two-layer iterative procedure for solving problems with the biharmonic equation. A priori estimates and prove a lemma on the convergence of the solution of the problem of Chebyshev equivalence.

Keywords: biharmonic operator, convergence, coefficient, equations, the method of fictitious domains.

Л.М. Тукенова
(АФ СПбГУП, г.Алматы)

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА С БИГАРМОНИЧЕСКИМ ОПЕРАТОРОМ

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы решения двухслойного итерационного метода для задач с бигармоническими уравнениями. Получены априорные оценки и доказывается лемма сходимости решения задачи методом эквивалентности Чебышева.

Ключевые слова: бигармонический оператор, сходимость, коэффициент, уравнения, метод фиктивных областей.

Постановка задачи. Рассмотрим задачу о поперечном изгибе тонкой пластины с зажатым краем для бигармонического уравнения:

$$k\Delta\Delta u = f(x), \qquad x \in D_0 \subset R^2 \tag{1}$$

$$u\,|_\gamma = \left.\frac{\partial u}{\partial n}\right|_\gamma = 0 \tag{2}$$

где $\gamma = \partial D_0$ - граница области D_0.

Вспомогательная задача для (1), (2) по методу фиктивных областей строится следующим образом

$$\frac{\partial^2}{\partial x_1^2}\left(a^\varepsilon \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial x_1^2}\right) + 2\frac{\partial^2}{\partial x_1 \partial x_2}\left(a^\varepsilon \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial x_1 \partial x_2}\right) + \tag{3}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x_2^2}\left(a^\varepsilon \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial x_2^2}\right) + C^\varepsilon u^\varepsilon = f^\varepsilon(x), \qquad x \in D = D_0 + D_1$$

$$u^\varepsilon\,|_\Gamma = \left.\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial N}\right|_\Gamma = 0, \qquad \Gamma = \partial D, \tag{4}$$

т.е. на границе Γ ставятся однородные условия Дирихле, а на границе γ ставятся следующие однородные граничные условия сопряжения

$$[u^{\varepsilon}]|_{\gamma} = \left[\frac{\partial u^{\varepsilon}}{\partial n}\right]_{\gamma} = 0,$$

$$\left[a^{\varepsilon}\frac{\partial^2 u^{\varepsilon}}{\partial n^2}\right]_{\gamma} = \left[a^{\varepsilon}\left(\frac{\partial^3 u^{\varepsilon}}{\partial n^3} + 2\frac{\partial^3 u^{\varepsilon}}{\partial n \partial s^2}\right)\right]_{\gamma} = 0, \tag{5}$$

где коэффициенты и правая часть уравнения (3) определяются следующим образом

$$a^{\varepsilon}(x),\ f^{\varepsilon}(x),\ c^{\varepsilon}(x) = \begin{cases} k, & f(x), & 0, \\ & & c = 0 \text{ или } 1 \\ \varepsilon^{\alpha}, & 0, & \dfrac{1}{\varepsilon^{\beta}}c, \end{cases} \tag{6}$$

Решение вспомогательной задачи (3)-(6) при $\alpha < 0,\ c = 0$ либо $\alpha = 0,\ c = 1$ и достаточно малом ε близко к решению задачи (1), (2).

По поводу построения вспомогательной задачи (1)-(6) и доказательства оценок близости u^{ε} и u приводятся в /1,3/.

Решение разностного аналога вспомогательной задачи сводится к решению систем линейных алгебраических уравнений с большим числом неизвестных, возрастающих при измельчении шага сетки h. Применение итерационных методов усложняются еще тем, что обусловленность матрицы системы уравнения наряду с шагом сетки h, зависит так же от значения коэффициентов задачи в фиктивной области, т.е. от ε. Поэтому нужно попытаться построить итерационные схемы, скорость сходимости которых не зависело бы от малого параметра фиктивной области ε.

Разностный аналог вспомогательной задачи (3)-(6) запишем в операторном виде

$$A^{\varepsilon h}u^{\varepsilon h} = f^{\varepsilon h} \tag{7}$$

где $A^{\varepsilon h}$ – линейный, самосопряженный оператор, действующий в конечномерном гильбертовом пространстве H сеточных функций равных нулю на Γ^h - сеточной границе области $D = D_0 + D_1$. Здесь и далее подразумевается, что D - единичный квадрат, ω - равномерная сетка в D с шагом h по x_1 и x_2, ω_0, ω_1 - узлы сеток, лежащих в D_0 и D_1 соответственно.

В H введено скалярное произведение

$$(u,v)_{\omega} = \sum_{x\in\omega} u_{ij}v_{ij}h^2, \qquad x = (ih, jh) \in \omega,$$

при этом

$$(A^{\varepsilon}u,u) = k\,\|u\|_{2,\omega_0} + \varepsilon^{\alpha}\,\|u\|_{2,\omega_1} + \frac{c}{\varepsilon^{\beta}}\,\|u\|^2{}_{\omega_1},$$

где

$$\| u \|^2_{\omega_1} = (u,u)_{\omega_1}, \quad \| u \|^2_{2,\omega_0} = \sum_{x \in \omega_0} (u^2_{\bar{x}_1 x_1} + u_{\bar{x}_1 \bar{x}_2} +$$

$$+ u^2_{x_1 x_2} + u^2_{\bar{x}_2 x_2}) h^2$$

Продолжение исходной задачи в фиктивную область при $\alpha = 0,\ c = 1,\ \beta = 1$ в (6) называется продолжением по младшим коэффициентам. В этом случае вопрос построения итерационных схем скорость сходимости которых не зависит от ε упирается к коэффициентам энергетической эквивалентности двух операторов.

При продолжении по младшим коэффициентам (7) примет вид

$$\left(A + \frac{1}{\varepsilon} p \right) u = f, \tag{8}$$

где А – самосопряженный оператор, а p - какой-либо проектор на фиктивную сеточную область ω_1.

Лемма 1. Если граница самосопряженного оператора A равны γ_1 и γ_2, то диагональный оператор

$$D^{\varepsilon} = E + \frac{1}{\varepsilon \gamma_1} p \tag{9}$$

эквивалентен оператору $A + \frac{1}{\varepsilon} p$ с постоянными энергетической эквивалентности не зависящими от ε.

Доказательство. Так как γ_1, γ_2 граница оператора A то имеем

$$\gamma_1 (x,x) \le (Ax,x) \le \gamma_2 (x,x) \tag{10}$$

Запишем очевидное неравенство для проектора p из (8)

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_1} \frac{1}{\varepsilon} p \le \frac{1}{\varepsilon} p \le \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \frac{1}{\varepsilon} p \tag{11}$$

Далее, складывая (1.1.10) и (1.1.11), получим, что

$$\gamma_1 \left(E + \frac{1}{\varepsilon \gamma_1} p \right) \le A + \frac{1}{\varepsilon} p \le \gamma_2 \left(E + \frac{1}{\varepsilon \gamma_1} p \right) \tag{12}$$

так как E, p диагональные операторы, то оператор

$D^{\varepsilon} = E + \frac{1}{\varepsilon \gamma_1} p$ является диагональным эквивалентным энергетически оператору $A + \frac{1}{\varepsilon} p$ с постоянными независящими от ε. Лемма 1 доказана.

Для приближенного решения (7) рассмотрим схему

$$D^{\varepsilon} \frac{y^{k+1} - y^k}{\tau_{k+1}} + \left(A^h + \frac{1}{\varepsilon} p \right) y^k = f^{\varepsilon h}, \quad k = 0,1,\ldots, y_0 \in H \tag{13}$$

где оператор D^{ε} из (9).

Из основной теоремы о стационарных итерационных схемах /4/, следует, что для (13) при $D^{\varepsilon} = E + \frac{1}{\varepsilon} p$ и

$$\tau_k = \tau_0 /(1 + \rho_0 \mu_k), \quad \mu_k \in m_k = \left\{ -\cos\frac{2i-1}{2n}\pi, \quad i = \overline{1,n} \right\}$$

верна оценка

$$\| y^k - u \|_B \le q_n \| y^0 - u \|_B \tag{14}$$

где u - решение (1.1.7), $B = A + \frac{1}{\varepsilon} p$ или $E + \frac{1}{\varepsilon} p$,

$$q_n = \frac{2\rho_1^n}{1 + \rho_1^{2n}}, \quad \tau_0 = \frac{2}{\gamma_1 + \gamma_2}, \quad \rho_1 = \frac{1 - \sqrt{\xi}}{1 + \sqrt{\xi}}, \quad \xi = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$$

Для гарантии устойчивости схемы (13) в качестве итерационных параметров следует взять оптимальный чебышевский набор параметров в порядке установленном в /5/.

При $\alpha > 0, \ c = 0$ в (6) называется продолжением исходной задачи в фиктивную область по старшим коэффициентам.

Введем в квадрате $[0,1] \times [0,1]$ сетку с полуцелыми точками

$$\widetilde{\omega}_h = \left\{ x_{ij} = (x_1^i, x_2^i = ((i - 1/2)h, (j - /2)h), \quad i, j = \overline{0, N}, \quad h = \frac{1}{N-1} \right\}.$$

На множестве сеточных функций определенных на сетке $\widetilde{\omega}_h$ и равных нулю в точках при $i - 0,1, N-1, N$ или $j = 0,1, N-1, N$, рассмотрим оператор

$$A^{\varepsilon h} = A_{11} + 2A_{12} + A_{22} \tag{15}$$

где

$$A_{11} y = (a^{\varepsilon} y_{\bar{x}_1 x_1})_{\bar{x}_1, x_1}, \quad A_{22} y = (a^{\varepsilon} y_{\bar{x}_2 x_2})_{\bar{x}_2, x_2},$$

$$A_{12} y = \frac{1}{2}((a^{\varepsilon} y_{\bar{x}_1 \bar{x}_2})_{x_1, x_2} + (a^{\varepsilon} y_{x_1 x_2})_{\bar{x}_1, \bar{x}_2})$$

Коэффициенты операторов определены следующим образом:

$$a_{ij} = \frac{1}{h^2} \int_{x_1^i - \frac{h}{2}}^{x_1^i + \frac{h}{2}} \int_{x_2^i + \frac{h}{2}}^{x_2^i + \frac{h}{2}} a^{\varepsilon}(x_1, x_2) dx_1 dx_2, \qquad i, j = \overline{1, N-1} \tag{16}$$

Пусть x_0 такое, что $x_1^0 = Mh, \ x_2^0 \overline{M} h$, где $M, \overline{M}$ - целые. Для $1 \le i \le M$ и $1 \le j \le \overline{M}$ по условию $0 < C_0 \le a_{ij} \le C_1$, а для остальных $i, j \quad a_{ij} = \varepsilon^{\alpha}$, т.е. начиная с $i = M + 1$ и для $1 \le j \le N - 1$ или начиная с $j = \overline{M} + 1$ и для $1 \le i \le N - 1$.

Заключение. Теория численных методов решения эллиптических уравнений четвертого порядка разработаны в значительно меньшей степени, чем для уравнений второго порядка. Для наиболее интересных задач, которые не допускают расщепления на две самостоятельные эллиптические задачи для уравнений второго порядка используются итерационные методы введения малого параметра в граничные условия. Это позволяет рассматривать расщепленные задачи второго порядка и последующего решения расщепленных задач на каждой итерации. Таким образом, для рассматриваемой задачи в нерегулярных областях применили метод фиктивных областей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бугров А.Н. Метод фиктивных областей в задаче о поперечном изгибе тонкой пластины //В сб.: Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск, 1997, т. 8, № 4, С.45-58. – В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ, ИТПМ.

[2] Аманжолова Н.И., Тукенова Л.М. О существовании обобщенного решения модели неоднородной жидкости а магнитном поле. //Труды XI-Международной Азиатской школы-семинара: Проблемы оптимизации сложных систем, 2015, С.716-729.

[3] Смагулов Ш. Метод фиктивных областей для краевой задачи уравнений Навье-Стокса: Препринт № 68. – Новосибирск, 1979, 22 с.

[4] Бугров А.Н., Коновалов А.Н., Щербак В.А. Метод фиктивных областей в плоских статических задачах теории упругости //Численные методы махники сплошной среды. Новосибирск, 1974, т. 5, № 1, С.20-29. – В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.

[5] Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. –М.: Наука, 1978. – 590 с.

Тукенова Л.М.

Бигармоникалық операторлың көмекші есебі

Түйіндеме. Бұл жұмыста бигармоникалық теңдеуллер есебін шешудің екіқабатты итерациялық әдісінің өзекті мәселелері қарастырылған. Чебышев эквивалент әдісі бойынша жинақтау есебіне лемма дәлелденген және жинақтылықтың жылдамдығын бағалауы көрсетілген.

Түйін сөздер: бигармоникалық оператор, жинақтылық, коэффициент, теңдеу, жалған облыс әдісі.

O.S. Satybaldiyev
(Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty
oraz_55_55@mail.ru)

SOLVING APPLIED PROBLEMS USING MATHEMATICAL MODELING

Abstract. An important scientific and methodological condition is the training of students of a technical university in mathematical modeling. The future technical specialist must be taught to think and act by methods and categories of mathematics, to see his field of knowledge and professional activity through the eyes of a researcher i.e. : study and understanding of the problem in the original (non-mathematical) subject area; the identification of natural relationships between these objects and their relationships to the original subject area; the implementation on the basis of abstraction of the identified relationships of the transition from the initial situation to an adequate mathematical model of this situation; study of the constructed model; analysis of connections from the point of view of mathematics between known and unknown quantities; solving purely mathematical problems; analysis of the results in terms of a mathematical problem; research of the results obtained from solving formal mathematical problems corresponding to the original problem.

Keywords: mathematical model, wave equation, Laplace equation, oil reservoir pressure, initial and boundary conditions, string, heat distribution.

О.С. Сатыбалдиев
(Казахский национальный университет имени Аль Фараби,
Республика Казахстан, Алматы, oraz_55_55@mail.ru)

РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. Важным научным и методическим условием является обучение студентов технического вуза математическому моделированию. Будущего технического специалиста надо научить мыслить и действовать методами и категориями математики, видеть свою область знаний и профессиональную деятельность глазами исследователя т.е. : изучение и понимание задачи в исходной (нематематической) предметной области; выявление естественных связей между данными объектами и их отношений к исходной предметной области; осуществление на основе абстрагирования выявленных связей перехода от исходной ситуации к адекватной математической модели этой ситуации; изучение построенной модели; анализ связей с точки зрения математики между известными и неизвестными величинами; решение чисто математических задач; анализ результатов с точки зрения математической задачи; исследования результатов, полученных от решения формальных математических задач, соответствующих исходной задаче.

Ключевые слова:математическая модель, волновое уравнение, уравнение Лапласа, давление нефтяного пласта, начальные и граничные условия, струна, распространение тепла.

Резюме. В статье изучается применение математического моделирования для решения прикладных задач нефтегазовой отрасли, геологии и геофизики, электротехники и т.д..

Физика и химия, биология и психология, социология и археология имеют конкретные более или менее четко выраженные области приложения. Лазерное излучение и синтез ацетилена, строение клетки и принцип частной собственности, эрозия почвы и закат Римской империи связаны с реальными и вполне осязаемыми объектами. Их можно и должно изучать, поскольку за ними стоит окружающий мир, воспринимаемый нашими органами чувств. Математики же, напротив, имеют дело исключительно с абстрактными понятиями - числом, функцией, множеством, операцией и т.п., которые сами по себе в природе не существуют, а являются лишь своеобразными продуктами человеческого мозга. Если предметом обычных добропорядочных наук является объективно существующая реальность, то Математика оперирует исключительно с идеальным миром человеческих идей.

Каждая из нормальных наук имеет сравнительно четкие границы, отделяющих ее от всего прочего. Физик, оставаясь чистым физиком, не способен изучать соотношения между различными формами собственности. Историку не дано исследовать ход химических реакций. Ботаник не в состоянии применить свои профессиональные навыки для анализа римского права. В то же время уважающий себя математик не останавливается перед любыми преградами и не терпит границ, искусственно разделяющих различные научные дисциплины. Оставаясь по своей сути чистым математиком, он способен смело вторгаться в любую форму человеческой деятельности и добиваться ощущаемых успехов.

Возникает естественный вопрос, как же можно объяснить грандиозные успехи абстрактных математических методов при решении конкретных прикладных задач? Почему, безусловно, отсутствующие в окружающем мире числа и функции, уравнения и операторы позволяют осторожно приоткрыть тайны движения планет, взаимодействия химических элементов, передачи генетической информации, механизма ценообразования на свободном рынке?

Между математикой и окружающей нас действительностью непременно должно существовать какое-то связующее звено - специфический тип модели, с одной стороны, способной содержать богатейшую информацию о том или ином предмете исследования, а с другой стороны, сформулированной с помощью стандартных математических понятий и, стало быть, пригодной для применения мощного математического аппарата. Это и есть математическая модель исследуемого явления, служащая своего рода переводом закономерностей, выявленных конкретной наукой, на строгий математический язык. *Математическое моделирование оказывается грандиозным мостом*, объединяющим два принципиально разных мира - окружающую объективную действительность, воспринимаемую нашими органами чувств и изучаемую средствами отдельных наук, и абстрактный мир человеческих идей, где властвуют математические законы.

Важным научным и методическим условием является обучение студентов математическому моделированию. Будущего технического специалиста надо научить мыслить и действовать методами и категориями математики, видеть свою область знаний и профессиональную деятельность глазами исследователя. Обучение студентов математическую моделированию как эффективную методу познания объективной реальности – один из основных путей решения указанной задачи.

Этот тезис нетрудно подтвердить даже беглым анализом тех видов деятельности, которыми овладевает студенты при использовании метода математического моделирования. Проведем этот анализ по традиционным трем этапам математической обработки реальной ситуации.

1 этап – этап формализации, т.е. переход от реальной ситуации к построению адекватной математической модели. В этот этап деятельности включаются:

а) изучение и понимание задачи в исходной (нематематической) предметной области;

б) выявление естественных связей между данными объектами и их отношений к исходной предметной области;

в) осуществление на основе абстрагирования выявленных связей перехода от исходной ситуации к адекватной математической модели этой ситуации.

2 этап – этап решения задачи внутри модели. К этому этапу деятельности относятся нижеследующие под этапы, касающиеся решения всех математических задач:

а) изучение построенной модели;

б) анализ связей с точки зрения математики между известными и неизвестными величинами;

в) решение чисто математических задач;

г) анализ результатов с точки зрения математической задачи.

3 этап – этап интерпретации полученного результата, т.е. исследования результатов, полученных от решения формальных математических задач, соответствующих исходной задаче. На этом этапе результат, соответствующий задачной ситуации, выделяется из всех полученных результатов как ответ на вопрос исходной задачи. После этого можно поставить вопрос о дальнейшем развитии задачной ситуации (или поставленной проблемы).

Мы попытаемся взглянуть на математическое моделирование как специфическую форму познание окружающего мира. Любое представление исследователя об изучаемом объекте и является его моделью. Нас будут интересоваться исключительно модели, сформированные на математическом языке. Именно они служат связующим звеном между абстрактный математикой и окружающим нас миром.

Теперь остановимся приложению математических моделей для решения конкретных технических задач.

I. Какизвестно, что распространение сейсмических волны описывается волновым уравнением

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},\ x > 0, t > 0. \tag{1}$$

Это уравнение может быть выведено из соотношений между напряжением, упругостью, законом Гука и законом Ньютона.

Пусть $u = u(x,t)$ отклонение струны от положения равновесия (искомая функция) и в начальный момент времени струна находится в положении равновесия, а так же в начальный момент времени струна имеет начальную скорость колебаний. Левый конец струны закреплен и при удалении x в бесконечность отклонение $u(x,t)$ стремится к нулю. Требуется найти решение волновогоуравнения (1).

Для этого мы построим математическую модель задачи. По условию задачи мы получим следующие начальные и граничные условия:

$$U(x,0) = 0,\ x \geq 0, \tag{2}$$

$$\frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = x \cdot e^{-\frac{x}{a}},\ x \geq 0, \quad a > 0, \tag{3}$$

$$U(0,t)=0,\ t\geq 0, \tag{4}$$

$$U(x,t)\to 0 \text{ при } x\to\infty \text{ для } x\geq 0. \tag{5}$$

Таким образом, требуется найти решение уравнения (1) удовлетворяющее начальные и граничные условия(2) - (5).

Для построения решения задачи (1) - (5) используем преобразования Лапласа.

II. Как известно, уравнение

$$\frac{\partial u}{\partial t}=a^2\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial x^2},\ 0<x<L,\ t>o \tag{6}$$

называется ***уравнением распространение тепла в стержне.*** В зависимости от условий, в которых находятся концы стержня, можно рассматривать следующие задачи.

1. Распространение тепла в стержне, на концах которого поддерживаются постоянные температуры.

Постановка задачи. Найти решение уравнения (6) в области $o<t<L,\quad 0<t<\infty,$ удовлетворяющее граничным условиям

$$U(0,t)=U_1,\ U(L,t)=U_2,\ 0<t<\infty, \tag{7}$$

и начальному условию

$$U(x,0)=f(x),\ 0<x<L, \tag{8}$$

где на концах $x=0$ и $x=L$ стрежня поддерживаются постоянные температуры U_1 и U_2, соответственно, начальная темература описывается функцией $f(x)$.

2. Распространение тепла в стержне, на концах которого задаются граничные условия различного типа.

Предположим, что на левом конце стержня отсутствует тепловой поток, а на правом конце поддерживается температура 100 для всех $t>o.$

Постановка задачи.Найти решение уравнения (6) в области $0<x<L,0<t<\infty$, удовлетворяющее граничным условиям

$$\frac{\partial u(0,t)}{\partial t}=0,\ U(L,t)=100,\ 0<t<\infty, \tag{9}$$

и начальному условию

$$U(x,0)=f(x),\ 0<x<L, \tag{10}$$

где функция $f(x)$ - кусочно постоянная функция.

3. Распространение тепла в стержне, концы которого находится при заданных температурах.

Постановка задачи. Найти решение уравнения (6) при граничных условиях

$$U(0,t)=\varphi(t),\ U(L,t)=\psi(t),\quad 0<x<\infty, \tag{11}$$

при начальном условии

$$U(x,0)=f(x),\ 0<x<L, \tag{12}$$

где $\varphi(t),\ \psi(t),\ f(x)$ - заданные функции.

III.Решение почти всех технических задач подземной гидравлики, как-то: определение дебитов скважин, выбор системы рациональной расстановки скважин, изучение явлений интерференции скважин, перемещение контуров нефтеносности и т.д. при строгой постановке сводится к решению

соответствующих задач для уравнения Лапласа. При самых произвольных очертаниях контуров нефтеносности и произвольном расположении скважин точное решение этих вопросов отсутствуют. Можно рассматривать выше перечисленные задачи для уравнения Лапласа в областях, имеющих более или менее правильную геометрическую форму. Конкретный вид решений зависит от конфигурации области G_1 и типа краевых (граничных) условий для уравнения Лапласа. Поэтому мы будем рассматривать уравнения Лапласа в областях прямоугольной формы и при заданных граничных условиях.

1. ***Постановка задачи.*** Найти давление нефтяного пласта прямоугольной формы $G_1 = \{0 < x < 2, \quad 0 < y < 1\}$, если давление на контуре области G_1 задано.

Построим математическую модель этой задачи.

Найти решение уравнение Лапласа в области G_1 при следующих граничных условиях

$$\begin{aligned} P(x,0) &= 0, && 0 < x < 2, \\ P(x,1) &= 0, && 0 < x < 2, \\ P(0,y) &= 0, && 0 < y < 1, \\ P(2,y) &= a\sin 2\pi y, && 0 < y < 1. \end{aligned} \tag{13}$$

2. ***Постановка задачи.*** Определить давление плоского полу бесконечного пласта $\Omega = \{0 \le y \le 1, \quad x \ge 0\}$, если давление равно нулю при $y = 0$ и $y = 1$и стремится к нулю при удалении x в бесконечности, а на левом конце пласта поддерживается единичное давление.

Построим математическую модель этой задачи.

Найти решения уравнения Лапласа в области Ω при заданных значениях давление на границе области Ω:

$$\begin{aligned} P(x,0) &= 0, && x \ge 0, \\ P(x,1) &= 0, && x \ge 0, \\ P(0,y) &\to 0, && \text{ïðè} \quad x \to \infty, \\ P(0,y) &= 1, && 0 \le y \le 1. \end{aligned} \tag{14}$$

ЛИТЕРАТУРА

[1] Каданер Э.Д. Динамическое моделирование экономических систем. – Пермь: 2012, -279с.

[2] Яглом И.М. Математическиеструктуры и математическоемоделирование. – М.:Наука, 2007. - 247с.

[3] Пененко В.В., Алоян А.Е. Модели и методы длязадачокружающейсреды. – Новосибирск: Наука, 2011. - 159с.

[4] Сатыбалдиев О.С. Об одной математической модели определения критического технологического давления разрабатымаемого горизонта по характерам дренажной зоны. Труды II- межд. Научной конф. «Высокие технологии - залог устойчивого развития», II том, Алматы, 2013.-158-163 стр.

[5] Сатыбалдиев О.С.Применение преобразования Лапласа для решения волнового уравнения.Materialy X miedzynarodowej naukowa-praktycznej konferencji «Wyksztal cenie i nauka bez granic», Przemysl, Nauka i studia, V.25, 07-15 mgrudnia, 2014.-3-7 стр.

[6] Сатыбалдиев О.С.Роль математических моделей при решении некоторых прикладных задач. Вестник КазНИТУ,№2 (114), 18.04.2016.-459-465 стр.

[7] Сатыбалдиев О.С.Совершенствование математического обазования студентов технического вуза с помощью математического моделирования.Вестник КазНИТУ,№1 (125), 2017.-338-344 стр.

Сатыбалдиев О.С.

Қолданбалы есептерді математикалық модельдердің көмегімен шешу

Түйіндеме. Жоғары техникалық оқу орындарының студенттеріне математикалық модельдерді құра білуді үйрету ғылыми және әдістемелік тұрғыдан аса маңызды. Болашақ техника саласының мамандары

математиканың әдістері мен категориялары бойынша ойлай отырып әрекет ете алуларыжәне өзінің білім аумағы мен кәсіби әрекеттерін зерттеушілік көзқарасы тұрғысынан көре білулері тиіс. Басқаша айтқанда бастапқы саладағы (математикалық емес)есептерді түсіне және зерттей білулері, берілген объектілердің арасындағы табиғи байланыстар мен олардың бастапқы саладағы қатынастарын білулері, математикалық модельдерді құра алулары, белгілі және белгісіз шамалардың арасындағы байланыстарды математикалық көзқарас тұрғысынан талдай білулері, таза маиематикалық есептердің шешімдерін таба алулары, бастапқы есепке сәйкес формальдық математикалық есептердің шешімін таба білулері тиіс.

Түйін сөздер: математикалық модель, толқын теңдеуі, Лаплас теңдеуі,мұнай қабатының қысымы, бастапқы және шекаралық шарттар, шек, жылудың таралуы.

УДК 536.24; 536.71

B.A. Berdenova

MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF SUBCRITICAL ISOTHERMAL ADSORPTION OF CO2 ON ACTIVATED CARBON

Abstract. To calculate the adsorption value at the solid-gas interface, and for a detailed description of the dynamics of the adsorption process, a mathematical model for the isothermal adsorption process was constructed. The case of non-isothermal adsorption includes the heat balance equation too. Therefore, in the present work, only isothermal adsorption is investigated; and only the material balance equations are solved. Concentrations for the gas in the mobile state and in the solid/adsorbed states are considered separately. The axial plug model simplified to a one-dimensional case, and the radial diffusion assumed to be negligible.

Keywords: adsorption, mass transfer coefficient, adsorption isotherm, activated carbon, carbon dioxide, Knudsen diffusion.

Б.А. Берденова
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Казахстан, e-mail: bakytnur.berdenova@gmail.com)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДОКРИТИЧЕСКОЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АДСОРБЦИИ CO^2 НА АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ

Аннотация. Для расчета величины адсорбции на границе твердое тело - газ, и для подробного описания динамики процесса адсорбции была построена математическая модель процесса адсорбции при постоянной температуре. Случай адсорбции при непостоянной температуре включает в себя уравнение баланса тепла. В этой работе исследуется только изотермическая адсорбция, поэтому решаются только уравнения материального баланса, где концентрации для подвижной и неподвижной фаз рассматриваются отдельно. Поршневая расчетная область (axial plug model) была упрощена до одномерного случая, радиальное диффундирование считается незначительным.

Ключевые слова: адсорбция, коэффициент массопереноса, изотерма адсорбции, активированный уголь, углекислый газ, Кнудсеновская диффузия.

1. Введение

Адсорбционные системы охлаждения отличаются простотой и надежностью конструкции, а также низким уровнем шума и вибрации при работе. Для обеспечения непрерывной работы чиллера необходимо две адсорбционные камеры где чередуются процессы адсорбции и десорбции. Углекислый газ широко применяется в качестве хладагента в холодильных системах из-за безопасности и безвредности для окружающей среды. Холодильные оборудования делятся на две основные категории в зависимости от рабочего цикла фазового перехода хладагента: докритический и сверхкритический. Углекислый газ достигает своей критической точки при 31°C, 7,38 МПа. При разработке холодильного оборудования с требуемой температурой на выходе также нужно учитывать тройную точку, −56,6 °C, 0,52 МПа, при котором три фазы существуют в равновесном состоянии. При более низких температурах образуется сухой лед и рабочий цикл нарушается, циркуляция CO2 становится невозможной. А при температуре выше 31 °C конденсация невозможна. В докритическом

цикле диапазон рабочих температур и давлений находится между тройной и критической точками. Если рабочий диапазон давления и температуры выходит за рамки критической точки, то такой цикл называется сверх или транс критической. Требуемая температура в охлаждаемом помещении, температура окружающей среды, а также интенсивность радиации солнца устанавливают ключевые точки рабочего цикла холодильного оборудования. При идеальном рабочем цикле предполагается что испарение и конденсация происходят при постоянном давлении. Углекислый газ имеет циркуляционный контур высокого давления.

Процесс циркуляции хладагента в адсорбционной системе охлаждения не является изотермическим, то есть при поглощении вещества выделяется тепло, и система не находится в термическом равновесии. Но в данной работе исследуется процесс адсорбции при постоянном теплоотводе, то есть адсорбция изотермическая. Это сделано для симуляции эксперимента и позволит оценить коэффициент массопереноса. Система описывающая процесс включает в себя уравнения материального баланса подвижной и неподвижной фаз. Получены кривые концентрации поглощенного вещества и концентрации подвижной фазы как функции времени и координат. Сделан обзор математических моделей для консолидированного и композитного активированного угля, их главные отличия и движущие силы для различных систем. Система дифференциальных уравнении была решена на языке Питон с помощью явной разностной схемы, условие устойчивости соблюдено. Коэффициенты массопереноса и коэффициент Кнудсеновской диффузии взяты с литературы для подобной системы, и должны быть оценены для конкретного материала, над которым проводился эксперимент.

2. Математическая модель изотермической адсорбции

Распределение пор по размерам для исследуемого композитного консолидированного активированного угля показан на Рис.1. Согласно графику, основную часть пустот составляют поры диаметром до 20 Å. Число Кнудсена- это соотношение длины свободного пробега молекулы и характеристического диаметра среды где происходит перенос вещества. При $Kn \gg 1$ имеет место диффузия Кнудсена, который отличается от континуумной диффузии тем что столкновение молекул газа со стенками пористой среды является доминантной чем столкновение молекул газа между собой. Движущей силой является градиент концентрации, а параметром, характеризующим данный перенос ,является D_K коэффициент диффузии Кнудсена. Течение Кнудсена зависит от молекулярной массы вещества, так как молекулы с меньшим весом движутся быстрее чем молекулы с большим весом под одинаковый градиент концентрации. Коэффициент диффузии Кнудсена определяется формулой:

$$D_K = \frac{2r}{3}\sqrt{\frac{8R_gT}{\pi M}} \tag{1}$$

Поток Кнудсена может быть выражен следующей формулой:

$$J_K = -D_K\frac{dC}{dz} = -D_K\frac{1}{R_gT}\frac{dP}{dz} \tag{2}$$

Уравнение потока Кнудсена в пористой среде с распределением размера пор $f(r)$ будет следующим:

$$J_K = -\frac{\emptyset}{\tau^2}\left[\int_0^\infty D_K(r)\cdot f(r)dr\right]\frac{dC}{dz} \tag{3}$$

При прохождении через сорбент концентрация сорбата в газе уменьшается за счет поглощения, следовательно, концентрация сорбата в твердой фазе растет. Адсорбционное свойство элементарного участка сорбата постоянно меняется за счет накопления сорбата на поверхности. Поэтому для удобства концентрации сорбата в неподвижной и подвижной фазах рассматривают отдельно. Задача

модели находить мгновенное количество поглощенного вещества на адсорбенте при постоянной температуре.

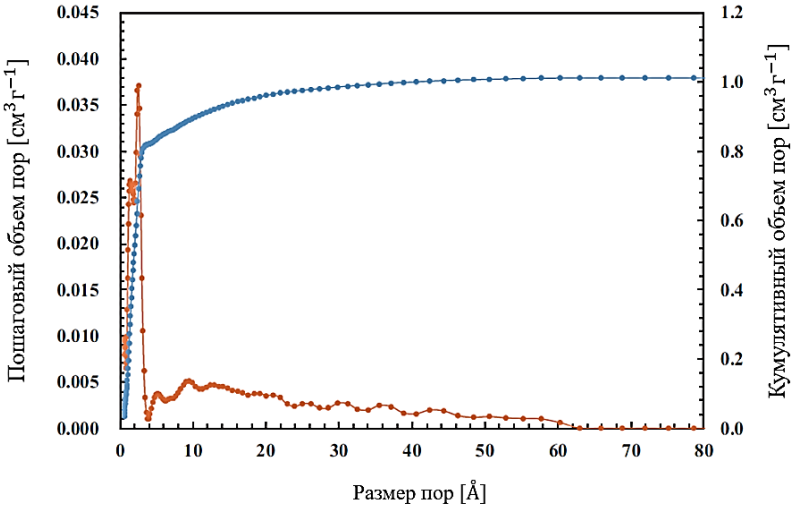


Рис. 1. Анализ распределения размеров пор

Модель составлен с применением следующих допущений: а) процесс изотермический, б) модель с осевым рассеиванием, или одномерная поршневая модель (Рис.2), в) рассмотрена адсорбция чистого CO_2, г) предполагается что подвижная фаза и твердое тело адсорбента находится в тепловом равновесии, д) адсорбент является консолидированным, диффузия задается в один этап, е) поверхностная диффузия игнорируется.

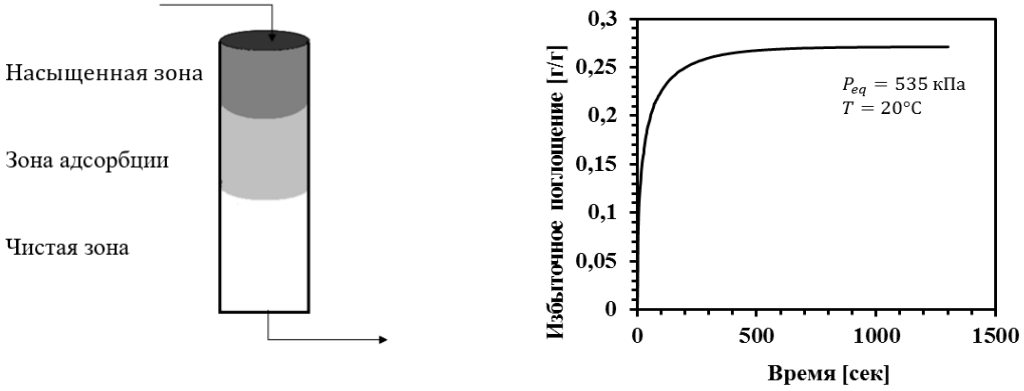


Рис. 2. а) Зоны адсорбции. Схематическая иллюстрация модели с осевым рассеиванием.
б) Кинетика избыточного поглощения при P_eq=535 кПа, T=20°C.

При моделировании массопереноса в гранулированном активированном угле уравнение для переноса молекул задается в двух этапах: 1) перенос в макропорах – перенос вещества между гранулами адсорбента, уравнение (4), диаметр зерен обычно варьируется между 500-1000 μм; 2) перенос в микропорах – перенос вещества внутри зерен адсорбента, уравнение (5).

$$\varepsilon_b \frac{\partial c_A}{\partial t} = \varepsilon_b D_L \frac{\partial^2 c_A}{\partial z^2} - \varepsilon_b u_g \frac{\partial c_A}{\partial z} + (1-\varepsilon_b) k_f \frac{3}{r_p}(c_A - c_p) \quad (4)$$

$$\varepsilon_p \frac{\partial c_p}{\partial t} = D_m \left(\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial c_p}{\partial r} \right) \right) - (1-\varepsilon_p) \frac{\partial q}{\partial t} \quad (5)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} = k\left(\frac{q_{max} bP}{1+bP} - q\right) \quad (6)$$

В случае консолидированного угля имеем следующую систему уравнении:

$$\varepsilon_p \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial J_K}{\partial z} - (1-\varepsilon_p)\frac{\partial q}{\partial t} \quad (7)$$

$$\text{или} \quad \varepsilon_p \frac{\partial C}{\partial t} = D_m \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - (1-\varepsilon_p)\frac{\partial q}{\partial t} \quad (7')$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} = k\left(\frac{q_{max} b_0 e^{\frac{E}{RT}} P}{1 + b_0 e^{\frac{E}{RT}} P} - q\right) \quad (8)$$

Где уравнение (7) задает баланс массы подвижной фазы, а уравнение (8) баланс массы неподвижной или адсорбированной фазы. Таким образом была получена одномерная модель для получения кривой прорыва для процесса адсорбции (breakthrough curves for adsorption). Условие устойчивости для явной разностной схемы уравнения диффузионного массопереноса $Currant < 1$. Постоянные Ленгмюра были взяты из предыдущей работы [11]. Максимальное поглощение $q_{max} = 1.13016$ г г$^{-1}$, постоянная равновесия $b_0 = 1.238E-07$ кПа$^{-1}$, теплота адсорбции $E = 20751$ Дж моль$^{-1}$.

3. Результаты

На Рис.3 показана динамика поглощения газа, т.е. количество молекул CO_2 которое перешло с газовой фазы в адсорбированную. На левую границу было установлено граничное условие Дирихле $C(z=0,t) = C_{eq}$. На правую границу - условие Неймана $\partial C/\partial z = 0$. Начальное условие $q(z, t=0) = 0$. Количество адсорбированного вещества на единичный объем адсорбента согласно начальному условию в начале отсчета равна нулю и с течением времени растет как показано на Рис.3. На Рис.4 показана динамика изменения концентрации сорбата подвижной фазы, т.е. масса вещества в газовой фазе на единичный объем адсорбента. Молекулы мигрируют в пористой среде только за счет Кнудсеновской диффузии. Конвективного переноса, или вязкостного течения нет. Начальное условие для подвижной фазы тоже было задано равным нулю $C(z, t=0) = 0$, который соответствует полному вакууму. Как видно из Рис.4 кривые концентрации плавные и характерные диффузионному массопереносу. Хотя на Рис.3-4 показаны результаты только за первые 10 секунд, равновесие в системе устанавливается только на 7 минуте. На это указывает выход на плато общего количества адсорбированного газа. Таким образом $C_{eq} = 0.00968$ г/см^3, $q_{eq} = 0.12815$ г/см^3.

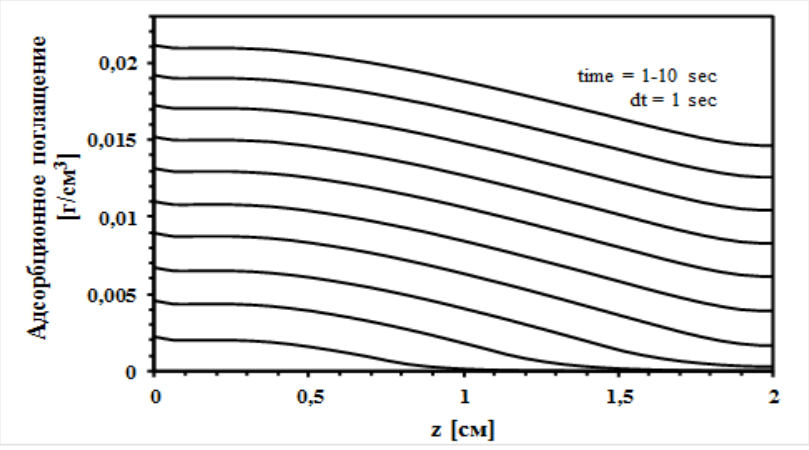


Рис. 3. Динамика поглощения сорбата. Масса поглощённого вещества на единичный объем адсорбента

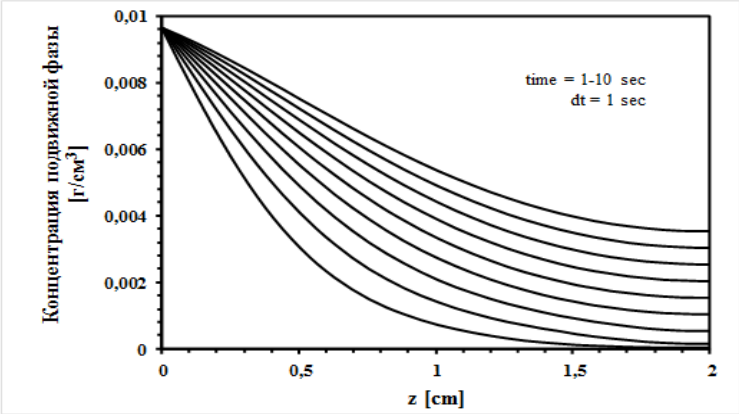


Рис. 4. Динамика изменения концентрации сорбата подвижной фазы. Масса вещества в газовой фазе на единичный объем адсорбента.

4. Обсуждение

Процесс циркуляции хладагента в адсорбционной системе охлаждения не является изотермическим, при поглощении вещества выделяется тепло, и система не находится в термическом равновесии. Но в данной работе рассматривался процесс адсорбции при постоянном теплоотводе, то есть изотермическая адсорбция. Поэтому для описания динамики поглощения решались только уравнения материального баланса для подвижной и неподвижной/адсорбированной фаз. В данной модели доступная для газовой фазы объем пустот считается неизменным, т.е. с поглощением газа пористость для подвижной фазы остается прежним. Этого можно допустить для данного конкретного случая ($P_{eq} = 535$ кПа, $T = 20°C$), так как адсорбция насыщения составляет 10% от полного объема пор. Полученная математическая модель будет применена для точной оценки коэффициента массопереноса и коррекции коэффициента Кнудсеновской диффузии.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] В.П. Дудаков, Математическая модель процесса адсорбции, ISSN 1810-0198 Вестник ТГУ, т.15, вып.6, 2010.

[2] И.Б. Фуртат, Математическая модель процесса адсорбции, ISSN 1812-9498.Вестник АГТУ, 2008, № 1 (42).

[3] Fatin Hazwani M. Azahar, Sourav Mitra, Akihiro Yabushita, Akira Harata, Bidyut Baran Saha, Kyaw Thu, Improved Model for the Isosteric Heat of Adsorption and Impacts on the Performance of Heat Pump Cycles, Applied Thermal Engineering 143 (2018), doi: 10.1016/j.applthermaleng.2018.07.131

[4] F. Lemmini and A. Errougani, "Building and experimentation of a solar powered adsorption refrigerator," *Renew. Energy*, vol. 30, no. 13, pp. 1989–2003, 2005.

[5] R. Marriott, Molecular collision cross section and vibrational relaxation in carbon dioxide, Proc.Phys.Soc., 1964, Vol.84 877

[6] Deicy Barrera, Mara Dávila, Valeria Cornette, Jose Carlos Alexandre de Oliveira, Raul Lopez, Karim Sapag, (2013). Pore size distribution of ordered nanostructured carbon CMK-3 by means of experimental techniques and Monte Carlo simulations. Microporous and Mesoporous Materials. 180. 71-78. 10.1016/j.micromeso.2013. 06.028.

[7] Ali Ahmadpour, Diffusion and adsorption in porous media, Chemical Eng.Dept., Ferdowsi University of Mashhad

[8] Muftah H. El-Naas, Manal. A. Alhaija, Modeling of adsorption processes, Mathematical modeling, ISBN: 978-1-61209-651-3, 2011.

[9] D. M. Ruthven, Principles of Adsorption and Adsorption Processes, New York: Wiley-Interscience, 1984.

[10] L. Pisani, Simple Expression for the Tortuosity of porous Media, Transport in Porous Media, DOI: 10.1007/s11242-011-9734-9, 2011.

[11] Берденова Б.А., Максум Е.А. Регрессионный анализ для определения параметров моделей изотерм адсорбции, Вестник КазНИТУ, Серия Науки о Земле, 2018 г., #4

Берденова Б.А.

Адсорбция изотермасының модельдерінің параметрлерін анықтау үшін регрессиялық талдау жасау

Түйіндеме. Қатты-газ интерфейсінде адсорбция шамасын есептеу үшін және адсорбция үдерісінің динамикасын егжей-тегжейлі сипаттау үшін температура тұрақты болған кездегі адсорбция процесінің математикалық моделі жасалды. Адсорбция тұрақты емес температурада өтетін жағдайда жылу балансының теңдеуі қосылады. Ұсынылып отырған жұмыста тек изотермиялық адсорбция зерттелді, сондықтан тек қана

материалдық баланс теңдеулері шешіледі, мұнда газ және қатты фазалардың жұтылуы әрқайсысы жеке қарастырылады. Осьтік поршень үлгісіндегі есептеу облысы бір өлшемді жағдайға жеңілдетілді, ал радиалды диффузия ескермеуге болады деп жорамалданды.

Түйін сөздер: адсорбция, масса тасымалдау коэффициенті, адсорбция изотермасы, белсендендірілген көмір, көмірқышқыл газы, кнудсен диффузиясы.

УДК.: 523.985.7

G.T. Tugelbaeva, A.A. Rsaliyeva
(Kazakh National Women's Teacher Training University c.Almaty, Kazakhstan
E-mail: asema_16_96@mail.ru)

ANALYSIS OF SOLAR RADIO SIGNALS BY THE METHOD OF NONLINEAR PHYSICS

Abstract. The article analyzes the data obtained at several stations in different parts of the globe, on the basis of nonlinear methods of physics, which constantly monitor the non - stationary phenomena occurring on the surface of the Sun- flashes.

Key words: sun, solar flash, method of Paccarda-Takensa, fractal, dimension.

Г.Т. Тугелбаева, А.А. Рсалиева
(Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ.,
Қазақстан, E-mail: asema_16_96@mail.ru)

КҮННІҢ РАДИОСӘУЛЕЛЕНУ СИГНАЛДАРЫН БЕЙСЫЗЫҚ ФИЗИКА ӘДІСІМЕН ТАЛДАУ

Андатпа. Мақалада Күннің бетінде болып жатқан стационар емес құбылыстарды - жарқ етулерді (вспышка) үнемі бақылап отыратын Жер шарының әр нүктелеріндегі бірнеше станцияда қабылданған мәліметтерді, бейсызық физика әдістерінің негізінде, салыстыру арқылы талдау жүргізілді.

Түйін сөздер: Күн, Күннің жарқ етуі, Паккард-Таккенс әдісі, фрактал, өлшемділік.

КІРІСПЕ

Соңғы жылдары зерттеушілердің анағұрлым қызығушылығы Күндегі және Галактикадағы бейстационар, сондай-ақ жоғарғы энергетикалық процестерді зерттеуге бағытталған. Бұл берілген процестер жылдамдатылған зарядталған бөлшектер, толқын ұзындықтарының кең ауқымдағы диапозандағы сәулелену ағындары, тәждік массалардың ауытқуы, хромосфералық жарқ етулер және т.б. түріндегі қоршаған кеңістікке мықты энергия бөлінуімен серіктесуіне байланысты. Мұндай көрсеткіштер ғарыштық техниканың радиоэлектронды түйіндерінің жұмыстарында, құрылғылардың бұзылуына әкеле отырып, Жердің магниттік өрісінде, геомагниттік құйындар тудыратын бейнелер алады.

Ғарышкерлердің радиациялық қауіпсіздігіне және т.б. әсер етеді. Мұндай құбылыстардың көп бөлігі Күнде ғана емес, галактикаларда, басқа да ғарыштық объектілерде байқалатын хаостық және стохаостикалық мінездемеге ие. Соған байланысты, мұндай түрдегі стационар емес процесстер қазіргі уақытта синергетика ғылымның көзқарасынан кең зерттелуде. Бұл пәнаралық ғылым реттіліктің хаостан күрделі энергетикалық ашық жүйелердегі пайда болу процесстерін зерттеуге мүмкіндік береді.

Басқа да болып жатқан жоғары энергетикалық процесстер бейсызық және стационар емес сипаттамаға ие, және де тіркелген әртүрлі диапазондардағы толқын ұзындықтарының сәулелену ағындарында стохастикалық пен хаостық элементтері байқалады. Демек, бейсызық физиканың негіздерін қолдана отырып, синергетика ғылымының көзқарасында мұндай процесстерді зерттеу толығымен заңды болады.

ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Күннің бетінде болып жатқан стационар емес құбылыстар - жарқ етулер - бақыланған әр түрлі станцияларда жинақталған мәліметтерді сызықты емес физика әдістерінің негізінде, салыстыра отырып талдау жүргізу мақаланың мақсаты болып табылады[2].

Мақсаты: Күннің бетінде болып жатқан бейстационар құбылыстарды (жарқ етулерді) бақылаған әр түрлі станциялардың мәліметтерін бейсызық әдістері көмегімен зерттеу.

Зерттеу объектісі: 2000 жылдан 2016 жылдар аралығындағы дүниежүзілік радиообсерваториялар желісінің Sagamore Hill (Massachusetts), Palehua (Haωaii), Learmonth (Australia), Sap Vito (Italy) станцияларының мәліметтері бойынша алынған күннің жарқ етулері.

Зерттеу әдісі: бейсызық физика әдісі - Паккард-Такенс әдісі

НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

Жұмыста Күннің жарқ етулерін сандық сипаттау үшін Sagamore Hill (Massachusetts), Palehua (Haωaii), Learmonth (Australia) обсерваторияларының 2000 жылдан 2016 жылдар аралығындағы жиналған, сақталынған мәліметтері пайдаланылды. Барлығы 22 жарқ етулер зерттелді.Алғашқыда талдау жасау үшін барлық мәліметтер бастапқы өңдеуден өткізілді[3]. (1 кесте).

1-кесте. **Жарқ етулер**

№	Күні	Уақыт, UTC	Жарқ ету класы
1	7 наурыз 2012 жыл	00:24	X5.4
2	25 ақпан 2014 жыл	00:49	X4.9
3	13 мамыр 2013 жыл	16:09	X2.8
4	5 мамыр 2015 жыл	22:11	X2.7
5	10 маусым 2014 жыл	11:42	X2.2
6	15 ақпан 2011 жыл	01:56	X2.2
7	24 қыркүйек 2011 жыл	09:40	X1.9
8	7 қараша 2014 жыл	17:26	X1.6
9	22 қазан 2014 жыл	14:28	X1.6
10	10 маусым 2014 жыл	12:52	X1.5
11	7 қаңтар 2014 жыл	18:32	X1.2
12	15 мамыр 2013 жыл	01:28	X1.2
13	29 наурыз 2014 жыл	17:48	X1.0

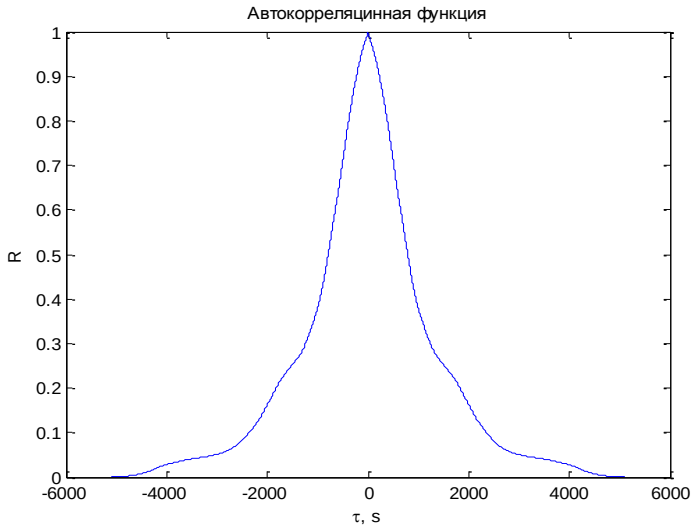
Паккард – Такенс алгоритмі бойынша Күннің әр түрлі станциялардан алынған радиосигналдар зерттелген, олардың әр қайсысына корреляциялық функциялар есептелінген, фазалық портреттер және $\ln\delta$-дан $\ln C(\delta)$ скейлингтік тәуелділіктер тұрғызылған, ал олар арқылы өлшемділіктері анықталған.

Жұмыста Күннің жарқ ету оқиғаларына сәйкес тәжірибиелі өлшенген шамалардың уақыттық диаграммары зерттелген. Әр зерттелетін уақыттық қатар үшін τ ретінде автокорреляциялық функция 0-ге қатынайтын (немесе минимумға жететін) уақыт бойынша қадам мәні алынады.

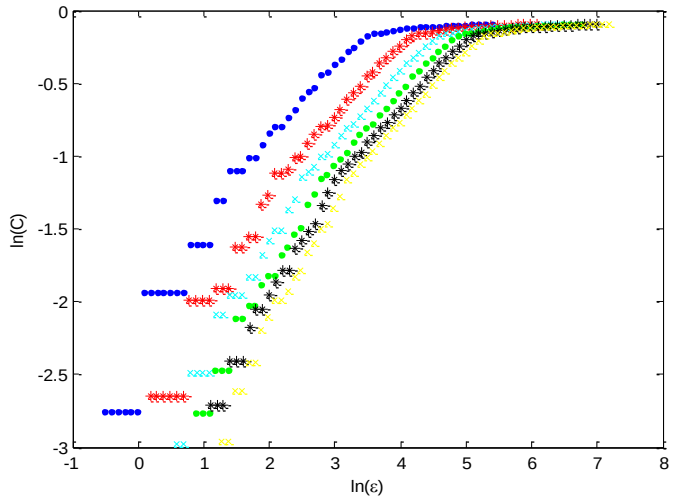
Автокорреляциялық функция

$$R(\tau^*)=\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{m-1}\left(X_k-\overline{X}\right)\left(X_{k+\tau^*}-\overline{X}\right),\quad m=N-\tau^*,$$

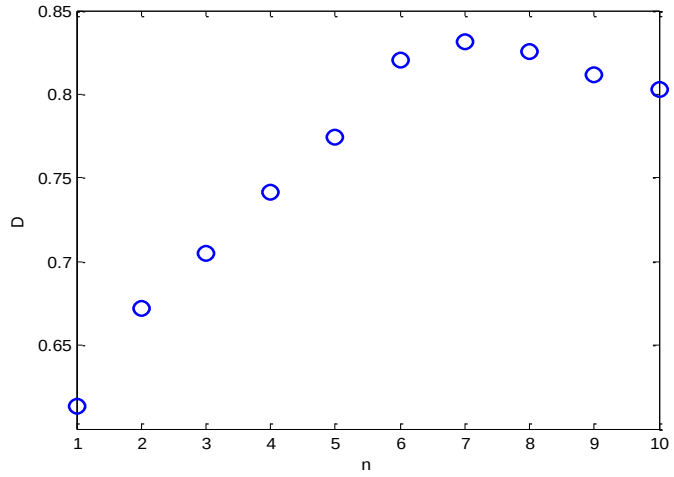
осында $\overline{X}$ - X_0 -дің орташа мәні, τ^* - уақыт бойынша қадам.



1-сурет. Күннің жарқ ету үшін салынған автокорреляциялық функция Sagamore Hill (Massachusetts) станциясы бойынша,12.07.2012



2-сурет. Sagamore Hill (Massachusetts) станциясы бойынша күн жарқ етуі тау = 110 кезіндегі скейлинг тәуелділігі 10,09,2014



3-сурет. Радиосигналдың фракталдық өлшемділігі

3-суретте Күн жарқ етулерінің кезеңіндерінде тіркелінген радиосигналдардың фазалық бейнелерінің нүктелері бойынша есептелген D аттракторының фракталдық өлшемділігі n фазалық айнымалының санына тәуелді екендігі көрсетілген. Фракталдық өлшемділікті анықтаудағы әр түрлі әдістер негізінде алынған қисықтарға зертеулер жжүргізілді, ол қисықтардың фракталдық өлшемділігі бірден кіші болмағандықтан, бұл әдісте нүктелер фазалық айнымалылар қарастырылды. Бұл кезде олар 0-ден жоғары мәнге ие болуы мүмкіндігі анықталды.

Сонымен барлығы әр түрлі жиіліктерде әр түрлі станциялардың мәліметтері бойынша 70-тен астам сигналдар қарастырылды.

24/09/2011, 7/03/2012, 13/05/2013, 7/01/2014, 29/03/2014 жылдары көрсетілген күндерінде байқалған күн жарқ етулері кезінде 4962-ден 5022 МГц-ке дейінгі жиілікте радиосигналдың аттракторының фракталдық өлшемділігі 0,7 жуық мәндерге ие болды. Уақыттық диаграммалары мен осы сигналдардың фазалық бейнелерін зерттей келе, бұл жарқ ету кең жиілік диапазонға ие және радиожарқылдардың спектралдық классификациясы бойынша Күн стационарлы жарқылдың IV-ші типіне сәйкес екендігі айқындалды. Осы сигналдардың ерекшелігі – сәулеленудің қарқындылығы тез өсу, алайда басқа типтегі жарқылдардарда қарқындылықтың аз өсуі немесе сигнал түріндегі ішкі құрлымының күрделігі сәйкес келеді[4-5].

Төменгі жиіліктегі сигналдарға (245-410 МГц) Learmonth (Australia), Sagamore Hill (Massachusetts) и Palehua (Haωaii) станцияларының мәліметтері бойынша 24/09/2011, 13/05/2013, 25/02/2014, 10/06/2014, 22/10/2014, 7/11/2014, 5/05/2015, күндері болған жарқ етулер кезеңінде радиосигналдың аттракторының фракталдық өлшемділігінің мәні 0,65-тен 0,7-ге дейін өзгереді. 15/02/2011, 07/01/2014 және 07/10/2014 күндері болған жарқ ету кезеңінде 610 МГц жиілігі үшін осы станциялардың мәліметтері бойынша өлшемділігің мәні шамамен 0,6-ны құрайды.Бұл нәтиже,біздің ойымызша, соңғы станцияларда алынған сигналдардың ішкі құрылымның бар болуымен тығыз байланысты.

Осылайша, күн жарқ етулері кезінде радиосигналдардың фракталдық өлшемділігі 0,6-дан 0,7-ге дейінгі аралықты құрайды. Бұл мән болып жатқан құбылыстардың күрделілігін көрсетеді.

Уақыттық диаграммалар және сәулелік жиілігі түрінде ұсынылған сигналдардың өздерінің сипатын талдай келе, біз 29/03/2014, 7/03/2012жылдардағы жарқ етулер Күннің радиосәулеленуінің VI-ші типті жарқылдар шығарылғаны анықталды, ал 15/02/2011, 24/09/2011, 13/05/2013, 7/01/2014, 07/10/2014, 15/02/2011 жылдары болған күн жарқ етулерінің оқиғалары жарқылдардың II және VI типтерінің сәулеленуімен қабат жүргендігі анықталды. Ал 25/02/2014, 10/06/2014, 7/11/2014, 5/05/2015, күндері болған оқиғаларда жарқылдардың тек II типі ғана болғандығын анықталды.

Күндік радиотелескоптардың әлемдік жүйесінің әртүрлі жиілігіндегі оқиғалар үшін Palehua (Hawii), Sagamore Hill (Massachustts), Learmonth (Australia), San Vito (Italy) обсерваториялардың Күннің радиосәулелену ағынының уақыттық қатарына қатысты мәліметтері қолданылды[6]. Күннің радиосәулелену радиожарқылдарының әртүрлі типті сигналдарын динамикалық хаос теориясының жаңа әдісі - Паккард-Такенс әдісі арқылы зерттелді [7-8].

ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмыста осы жаңа әдіс көмегімен олардың мәліметтер базасын қалыптастырып, барлық керекті есептеулерді MatLab жүйесін қолдана отырып жасалды. Жұмыста фазалық бейнелер және корреляциялық диаграммалар тұрғызылды, метрикалық сипаттамалар: фракталдық өлшемділік пен екіөлшемді форма коэффициенті анықталды, оларға сәйкес келетін диаграммалар тұрғызылды.

Қорыта келгенде, Паккард-Такенс талдау әдісімен Күннің жарқ етулер сигналдарын зерттеу арқылы келесі нәтижелерге қол жеткіздік:

1. 24/09/2011,7/03/2012,13/05/2013, 24/09/2011,7/01/2014, 29/03/2014, күндері болған күн жарқ етулері кезінде 4962-ден 5022 МГц –ке дейінгі жиілікте радиосигналдың аттракторының өлшемділігі 0,7 мәніне жақын аралықта жуықталғаны анықталды.

2.Төменгі жиіліктегі сигналдарға (245-410 МГц) 24/09/2011, 13/05/2013, 22/10/2014, 25/02/2014, 10/06/2014, 7/11/2014, 5/05/2015, күндері болған жарқ етулер кезеңінде радиосигналдың аттракторының өлшемділігінің мәні 0,65-тен 0,7-ге дейін өзгереді.

3. 15/02/2011, 07/01/2014 және 07/10/2014 күндері болған жарқ ету кезеңінде 610 МГц жиілігі үшін осы станциялардың мәліметтері бойыынша өлшемділігің мәні шамамен 0,6-ны құрайды.

4. Біз 7/03/2012, 29/03/2014 кездердегі жарқ етулер Күннің радиосәулеленуінің VI-ші типі кезінде жарқылдар шығарғанын анықтадық, ал 15/02/2011, 24/09/2011, 13/05/2013, 07/10/2014, 7/01/2014кезінде болған күн жарқ етулерінің оқиғалары жарқылдардың II және VI типтерінің

сәулеленуімен қоса болғандын анықтадық. Ал 25/02/2014, 7/11/2014, 5/05/2015, 10/06/2014 күндері болған оқиғаларда жарқылдардың тек II типі ғана болғандығын анықтадық.

Осылайша, Күн жарқ етулері кезінде радиосигналдардың фракталдық өлшемділігі 0,6-дан 0,7-ге дейінгі аралықты құрайды. Бұл мән болып жатқан құбылыстардың күрделілігін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Жаңабаев З.Ж., Наурзбаева А.Ж., Ізтлеуов Н.Т. Жалпы Астрономия // Оқу құралы, Алматы. — 2010. — 145-146 с.

[2] Жаңабаев З.Ж.,Ильясов Н.Бесызық физика практикумы. Алматы: ТОО «Алматы баспасы 2010. – 123 б.

[3] Сомов Б. В., Сыроватский С. И. Физические процессы в атмосфере Солнца, вызываемые вспышками // УФН. — 1976. — т. 120. — 217с.

[4] Дорохова Е., Солнечная энергетика, - М.: Наука, 2009.

[5] Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 128 с.

[6] Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы.— М.: «Институт компьютерных исследований», 2002.

[7] Кондратьев К. Я., Никольский Г. А. // Исследования Земли из космоса, № 3, 2005, с. 22–31.

[8] National Centers for Environimental Information [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.ngdc.gov/stp/space-weather/

Тугелбаева Г.Т., Рсалиева А.А.

Анализ солнечных радиосигналов методом нелинейной физики.

Резюме. В статье анализируются данные, полученные на нескольких станциях в разных частях земного шара, на основе нелинейных методов физики, которые постоянно отслеживают нестационарные явления, происходящие на поверхности солнечных вспышек.

Ключевые слова: Солнце, Солнечная вспышка, метод Паккарда-Такенса, фрактал, размерность.

УДК 539.3

G.U. Mamatova[1], R.A. Berkutbaeva[1], Zh.M. Bekaulova[2]
([1]Civil aviation Academy, [2]International Information Technology University,
Almaty, Kazakhstan mamatovag@mail.ru)

THE PROBLEM OF BENDING OF ELASTIC NON-UNIFORM PLATE IN THE NONUNIFORM TEMPERATURE FIELD

Abstract. The paper considers the symmetric deformation of an unevenly heated plate when the elastic modulus is variable not only along the radius but also along the thickness of the plate. The development of modern practice requires researchers and designers to create new methods for solving a large number of strength problems associated with the variability of thickness, modulus of elasticity, Poisson's ratio, the presence of a high temperature field in the units and assemblies of the structure. There is a high need for analytical and approximate analytical methods for solving problems on the calculation of the stress-strain state of inhomogeneous plates in an uneven temperature Study of such problems is extremely important. In this work the specified gap is essentially fulfilled.

Key words. Complex bending, non-uniform plate, elasticity, uneven temperature field, analytical solution.

Г.У. Маматова[1], Р.А.Беркутбаева[1], Ж.М. Бекаулова[2]
([1]Академия гражданской авиации, [2]Международный университет информационных
технологии, Алматы, Казахстан mamatovag@mail.ru)

ЗАДАЧА ОБ ИЗГИБЕ УПРУГОЙ НЕОДНОРОДНОЙ ПЛАСТИНЫ В НЕРАВНОМЕРНОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ

Аннотация. В работе рассматривается симметричная деформация неравномерно нагретой пластины, когда модуль упругости является переменным не только вдоль радиуса, но также и по толщине пластины. Развитие современной практики требует от исследователей и конструкторов создания новых методов решения большого числа прочностных задач, связанных с переменностью толщины, модуля упругости, коэффициента Пуассона, наличием высокого температурного поля в агрегатах и узлах конструкции. Высока потребность в

аналитических и приближенно аналитических методах решения задач о расчетах напряженно-деформированного состояния неоднородных пластин в неравномерном температурном поле. Исследование таких задач исключительно актуально. В данной работе в существенной мере выполняется указанный пробел.

Ключевые слова. Сложный изгиб, неоднородная пластина, упругость, неравномерное температурное поле, аналитическое решение.

Рассмотрим симметричную деформацию неравномерно нагретой пластины, когда модуль упругости является переменным не только вдоль радиуса, но также и по толщине пластины.

К задачам о сложном симметричном изгибе пластины переменной толщины относится прежде всего задача о совместном действии поперечной нагрузки и радиальных сил. Совместное симметричное растяжение и симметричный изгиб при учете малой кривизны описывается системой двух дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами [1]:

$$\frac{d^2N_r(r)}{dr^2}+\frac{1}{r}\left(3-\frac{r}{D_N(r)}\cdot\frac{dD_N(r)}{dr}\right)\frac{dN_r(r)}{dr}-\frac{(1-\nu)}{rD_N(r)}\frac{dD_N(r)}{dr}\cdot N_r(r)+$$
$$+\frac{1}{r^2}(1-\nu^2)D_N(r)\upsilon(r)\varphi+\frac{1}{r}\frac{dq_r(r)}{dr}+\frac{1}{r}q_r(r)\left(1+\nu-\frac{r}{D_N(r)}\cdot\frac{dD_N(r)}{dr}\right)+$$
$$+(1-\nu^2)\frac{1}{r}D_N(r)\frac{d\varepsilon_T(r)}{dr}=0, \qquad (1)$$
$$\frac{d^2\upsilon(r)}{dr^2}+\frac{1}{r}\left(1+\frac{1}{D_M(r)}\cdot\frac{dD_M(r)}{dr}\right)\frac{d\upsilon(r)}{dr}+\left(\frac{\nu}{rD_M(r)}\cdot\frac{dD_M(r)}{dr}-\frac{1}{r^2}-\frac{N_r(r)}{D_M(r)}\right)\upsilon(r)-$$
$$-\frac{N_r(r)}{D_M(r)}\varphi+\frac{1}{rD_M(r)}\int[q_z(r)\cdot rdr-C]-\frac{1+\nu}{D_M(r)}\cdot\frac{d}{dr}[\chi_T(r)\cdot D_M(r)]=0,$$

где $N_r(r)$ – усилие статически эквивалентное нормальному напряжению σ_r, $q_z(r)$ – составляющая в направлении оси z внешней силы, приходящая на единицу площади срединной поверхности пластины; υ – малый угол поворота относительно оси r; $D_N(r)$ и $D_M(r)$ – цилиндрические жесткости растяжения и изгиба; ν – коэффициент Пуассона; ε_T – чисто тепловое удлинение срединной плоскости, χ_T – кривизна срединной плоскости, обусловленное тепловым расширением, $\varphi(r)$ – угол между нормалью к элементу срединной поверхностью и осью симметрии z.

В общем случае симметрично деформированной пластины при неравномерном нагреве имеем

$$r^2\frac{d^2N_r(r)}{dr^2}+r\left(3-\frac{r}{D_N(r)}\cdot\frac{dD_N(r)}{dr}\right)\frac{dN_r(r)}{dr}+\frac{(1-\nu)r}{D_N(r)}\frac{dD_r(r)}{dr}N_r(r)+$$
$$+(1-\nu^2)D_N(r)\cdot\upsilon(r)\cdot\varphi(r)+r\frac{d(q_r(r)r)}{dr}+q_r(r)\cdot r\left(1+\nu-\frac{r}{D_N(r)}\cdot\frac{dD_N(r)}{dr}\right)+$$
$$+(1-\nu)D_N(r)r\frac{d}{dr}\left(N_T/D_N\right)=0, \qquad (2)$$
$$r^2\frac{d^2\upsilon(r)}{dr^2}+r\left(1+\frac{r}{D_M(r)}\cdot\frac{dD_M(r)}{dr}\right)\frac{d\upsilon(r)}{dr}+\left(\frac{\nu r}{D_M(r)}\frac{dD_M(r)}{dr}-\frac{N_r(r)\cdot r^2}{D_M(r)}-1\right)\upsilon(r)-$$
$$-\frac{N_r(r)r^2}{D_M(r)}\varphi(r)-\frac{q_r(r)z_0r^2}{D_M(r)}+\frac{r}{D_M(r)}\left(\int q_z(r)\cdot rdr-C\right)-\frac{r^2}{D_M(r)}\cdot\frac{dM_T}{dr}=0,$$

где N_T и M_T – чисто тепловое усилие и чисто тепловой изгибающий момент.

Положим, что силовая нагрузка и неравномерный нагрев вызывают значительные радиальное усилия. В этом случае обусловленное начальной кривизной влияние изгиба на растяжения из-за переменного по толщине пластины модуля упругости можно считать [1] несущественным. Пренебрегая в связи с этим в уравнениях (1) членом $(1-\nu^2)D_N\upsilon\varphi$, и переходя к независимой переменной $x=(r/r_0)^{\alpha_0}$ вместо системы (1), получим

$$\frac{d^2N_r}{dx^2}+\left(\frac{1+2/\alpha_0}{x}-\frac{1}{D_N}\cdot\frac{dD_N}{dx}\right)\frac{dN_r}{dx}+\frac{1-\nu}{\alpha_0 D_N x}\frac{dD_N}{dx}N_r+F(r)=0,$$

$$\frac{d^2\upsilon}{dx^2}+\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{D_M}\cdot\frac{dD_M}{dx}\right)\frac{d\upsilon}{dx}+\left(\frac{\nu}{\alpha_0 xD_M}\frac{dD_M}{dx}-\frac{r_0^2x^{-2(1-1/\alpha_0)}N_r}{\alpha_0^2D_M}-\frac{1}{\alpha_0^2x^2}\right)\upsilon+F_1(r)=0, \tag{3}$$

где

$$F(r)=\frac{1}{\alpha_0^2x^2}\left[r\frac{dq_r\cdot r}{dr}+q_r\cdot r\left(1+\nu-\frac{\alpha_0x}{D_N}\cdot\frac{dD_N}{dx}\right)+(1-\nu)D_Nr\frac{d}{dr}\left(N_T/D_N\right)\right],$$

$$F_1(r)=\frac{1}{\alpha_0^2x^2}\left[-\frac{r^2N_r}{D_M}\varphi+\frac{r}{D_M}\left(\int q_z\cdot rdr-C\right)-\frac{q_rz_0r^2}{D_M}-\frac{r^2}{D_M}\cdot\frac{dM_T}{dr}\right], \tag{4}$$

где $z_0=f(r)$ – расстояние от некоторой начальной поверхности вращения до срединной плоскости, введенное для упрощения соотношений между усилиями, моментами и деформациями, определяемое из уравнения

$$\int_{-h/2}^{h/2}E(r,z)\cdot(z-z_0)dz=0; \tag{5}$$

причем $\varphi=-\frac{dz_0}{dr}$ – угол, образуемый нормалью к начальной поверхности с осью симметрии пластины z.

Сравнивая системы уравнений (1) и (2) видим, что задача о симметричном растяжении и симметричном изгибе неравномерно нагретой круглой пластины с переменным модулем упругости $E=E(r,z)$ сводится к задаче о симметричном растяжении и симметричном изгибе пластины с малой начальной кривизной с постоянным по толщине модулем упругости [1]. При этом в качестве цилиндрических жесткостей растяжения и изгиба пластины рассматриваются величины

$$D_N(r)=\frac{1}{1-\nu^2}\int_{-h/2}^{h/2}E(r,z)dz,\qquad D_M(r)=\frac{1}{1-\nu^2}\int_{-h/2}^{h/2}E(r,z)(z-z_0)dz. \tag{6}$$

В соответствии с непрямым операторным методом [2] решение первого уравнения системы (3) может быть записана в квадратурах, если

$$D_N(x)=Ae^{\int\frac{\beta'-\beta^2+a_1(x)\beta}{\beta-a_2(x)}dx}, \tag{7}$$

где $\beta=\beta(x)$ – не равная $a_2(x)$, вообще говоря, произвольная функция, $a_1(x)=\frac{1+2/\alpha_0}{x}$ $\quad a_2(x)=\frac{1-\nu}{\alpha_0x}$.

Например, для случая $\beta = \frac{a}{x}$ (a – не равная нулю константа)

$$D_N(x) = D_0 x^{-b}, \qquad b = \frac{a(a - \frac{2}{\alpha_0})}{a + \frac{\nu - 1}{\alpha_0}}, \tag{8}$$

где D_0 – постоянный множитель.

При учете граничных условий

$$N_r(b_1) = N_1, \qquad N_r(b_2) = N_2 \tag{9}$$

растягивающее усилие $N_r(r)$ получит выражение

$$N_r = M \cdot x^{a-\frac{2}{\alpha_0}+1} + L \cdot x^{-a} + T \cdot x^{\frac{1}{\alpha_0}} + P, \tag{10}$$

где

$$M = \frac{N_2 b_2^a - N_1 b_1^a + \frac{1}{\alpha_0^2} \cdot \left[\frac{E_0 h \alpha_T \gamma \cdot \left(b_1^a - b_2^a\right)}{a\left(\frac{2}{\alpha_0} - a - 1\right)} - \frac{qr_0(1+\nu)\left(b_1^{a+\frac{1}{\alpha_0}} - b_2^{a+\frac{1}{\alpha_0}}\right)}{\left(\frac{1}{\alpha_0} + a\right)\left(\frac{3}{\alpha_0} - a - 1\right)} \right]}{b_2^{2\left(a-\frac{1}{\alpha_0}\right)+1} - b_1^{2\left(a-\frac{1}{\alpha_0}\right)+1}},$$

$$L = b_1^a \cdot N_1 - \frac{b_1^a}{\alpha_0^2}\left(\frac{E_0 h \alpha_T \gamma}{a\left(\frac{2}{\alpha_0} - a - 1\right)} - \frac{qr_0(1+\nu) \cdot b_1^{1/\alpha_0}}{\left(\frac{1}{\alpha_0} + a\right)\left(\frac{3}{\alpha_0} - a - 1\right)} \right) - \left(b_2^a N_2 - b_1^a N_1 + \frac{1}{\alpha_0^2} \times \right.$$

$$\left. \times \left[\frac{E_0 h \alpha_T \gamma \cdot \left(b_1^a - b_2^a\right)}{a\left(\frac{2}{\alpha_0} - a - 1\right)} - \frac{qr_0(1+\nu)}{\left(\frac{1}{\alpha_0} + a\right)\left(\frac{3}{\alpha_0} - a - 1\right)} \cdot \left(b_1^{a+\frac{1}{\alpha_0}} - b_2^{a+\frac{1}{\alpha_0}} \right) \right] \right) \cdot \frac{b_1^{2\left(a-\frac{1}{\alpha_0}\right)+1}}{b_2^{2\left(a-\frac{1}{\alpha_0}\right)+1} - b_1^{2\left(a-\frac{1}{\alpha_0}\right)+1}},$$

$$T = -\frac{1}{\alpha_0^2} \cdot \frac{qr_0(1+\nu)}{\left(\frac{1}{\alpha_0} + a\right)\left(\frac{3}{\alpha_0} - a - 1\right)}, \qquad P = \frac{1}{\alpha_0^2} \cdot \frac{E_0 h \alpha_T \gamma}{a\left(\frac{2}{\alpha_0} - a - 1\right)}.$$

Далее для решения второго уравнения системы (3) воспользуемся методом частичной дискретизации [3]. В соответствии с этим методом общее решение уравнения имеет вид

$$\upsilon = C_2 + \int \frac{1}{x \cdot D_M}\left[C_1 + \psi(x)\right]dx \tag{11}$$

где при $D_M = A \cdot x^{\frac{1}{\alpha_0 \cdot \nu}}$

$$\psi(x)=\frac{r_0^2}{2\alpha_0^2}\sum\left(x_k+x_{k+1}\right)\cdot\left[x_k^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_k}\upsilon_k H(x-x_k)-x_{k+1}^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_{k+1}}\upsilon_{k+1}H(x-x_{k+1})\right]-$$

$$-\int xD_M F_1(r)dx.$$

Интегрируя (11) получим

$$\upsilon=C_2-C_1\frac{\alpha_0\nu}{Ax^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}-\frac{r_0^2\nu}{2A\alpha_0}\sum\left(x_k+x_{k+1}\right)\cdot\left[x_k^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_k}\upsilon_k\left(\frac{1}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}-\frac{1}{x_k^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}\right)H(x-x_k)-\right.$$

$$\left.x_{k+1}^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_{k+1}}\upsilon_{k+1}\left(\frac{1}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}-\frac{1}{x_{k+1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}\right)H(x-x_{k+1})\right]-f(x),$$

где

$$f(x)=\frac{1}{A\alpha_0^2}\left[-r_0^2\varphi M\frac{x^{a-\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}{(a+1)\left(a-\frac{1}{\alpha_0\nu}-1\right)}-r_0^2\varphi L\frac{x^{\frac{2}{\alpha_0}-a-\frac{1}{\alpha_0\nu}}}{\left(\frac{2}{\alpha_0}-a\right)\left(\frac{2}{\alpha_0}-a-\frac{1}{\alpha_0\nu}\right)}-\left(r_0^2\varphi T-\frac{r_0^3q_z}{2}\right)\times\right.$$

$$\times\frac{x^{\frac{3}{\alpha_0}-\frac{1}{\alpha_0\nu}}}{\frac{3}{\alpha_0}\left(\frac{3}{\alpha_0}-\frac{1}{\alpha_0\nu}\right)}-\left(r_0^2\varphi P+qz_0r_0^2\right)\frac{x^{\frac{2}{\alpha_0}-\frac{1}{\alpha_0\nu}}}{\frac{2}{\alpha_0}\left(\frac{2}{\alpha_0}-\frac{1}{\alpha_0\nu}\right)}-Cr_0\alpha_0\frac{x^{\frac{1}{\alpha_0}-\frac{1}{\alpha_0\nu}}}{\frac{1}{\alpha_0}-\frac{1}{\alpha_0\nu}}-$$

$$\left.-\frac{\alpha_T\gamma E_1h^3}{12(1-\nu)}\cdot\frac{\alpha_0\nu}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}(\ln x+\alpha_0\nu)\right].$$

Полагая, что наружный контур заделан, имеем

$$x=b:\quad \upsilon=0,\quad \omega=0, \tag{12}$$

где $\omega=-\int\upsilon dx.$

С учетом граничных условий, окончательно получим

$$\upsilon=\frac{r_0^2\nu}{2A\alpha_0}\sum\left(x_k+x_{k+1}\right)\cdot\left[x_k^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_k}\upsilon_k\left(\frac{1}{bx_k^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\frac{1}{x_k^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}+\frac{1}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}-\frac{b^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}x_k^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\right.\right.$$

$$\left.-\left(\frac{1}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}-\frac{1}{x_k^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}\right)H(x-x_k)\right)-x_{k+1}^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_{k+1}}\upsilon_{k+1}\left(\frac{1}{bx_{k+1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\frac{1}{x_{k+1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}+\frac{1}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}-\frac{b^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}x_{k+1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\right.$$

$$-\left(\frac{1}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}-\frac{1}{x_{k+1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}}\right)H(x-x_{k+1})\Bigg]\Bigg]+\left(f(b)-\frac{Q(b)}{b}\right)(\alpha_0\nu-1)\left(1-\left(\frac{b}{x}\right)^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}\right)+f(b)-f(x),$$

где $Q(x)=\int f(x)dx,$ $\upsilon_1=\dfrac{\left(f(b)-\dfrac{Q(b)}{b}\right)(\alpha_0\nu-1)\left(1-\left(\dfrac{b}{x_1}\right)^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}\right)+f(b)-f(x_1)}{1-\dfrac{r_0^2\nu}{2A\alpha_0}(x_1+x_2)\cdot x_1^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_1}\left(\dfrac{1}{bx_1^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\dfrac{b^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}{x_1^{\frac{2}{\alpha_0\nu}-1}}\right)},$

и для $k=\overline{2,n}$

$$\upsilon_k=\Bigg\{\frac{r_0^2\nu}{2A\alpha_0}\sum_{i=1}^{k-2}(x_i+x_{i+1})\cdot\Bigg[x_i^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_i}\upsilon_i\left(\frac{1}{bx_i^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\frac{b^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}x_i^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}\right)-x_{i+1}^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_{i+1}}\upsilon_{i+1}\times$$

$$\left(\frac{1}{bx_{i+1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\frac{b^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}x_{i+1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}\right)\Bigg]+\frac{r_0^2\nu}{2A\alpha_0}(x_{k-1}+x_k)\cdot x_{k-1}^{\frac{2}{\alpha_0}-1}N_{r_{k-1}}\upsilon_{k-1}\left(\frac{1}{bx_{k-1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\frac{b^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}{x^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}x_{k-1}^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}\right)+$$

$$+\left(f(b)-\frac{Q(b)}{b}\right)(\alpha_0\nu-1)\left(1-\left(\frac{b}{x_k}\right)^{\frac{1}{\alpha_0\nu}}\right)+f(b)-f(x_k)\Bigg\}/\Bigg\{1-\frac{r_0^2\nu}{2A\alpha_0}(x_{k+1}-x_{k-1})\cdot x_k^{\frac{2}{\alpha_0}-1}\times$$

$$N_{r_k}\left(\frac{1}{bx_k^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}-\frac{b^{\frac{1}{\alpha_0\nu}-1}}{x_k^{\frac{2}{\alpha_0\nu}-1}}\right)\Bigg\}.$$

Проиллюстрированный подход позволяет получить приближенное аналитическое решение задачи о сложном изгибе круглой пластины с учетом различной зависимости жесткости и температурного поля от радиуса и толщины.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Коваленко А.Д. Круглые пластины переменной толщины. –М.: Физматгиз, 1959. -294 с.

[2] Изгиб неоднородных и нелинейных пластин и оболочек.// LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co, 2015y. -263c..

[3] Motion of an Axisymmetric Rigid Body with Variable Inertia Moment // The 16th Int. Conference on Applied Mechanics and Mechanical Engineering. – Cairo, Egypt, May 27-29, 2014. SM-5. – Pp.72-79.

Маматова Г.Ө., Бүркітбаева Р.А., Бекаулова Ж.М.

Серпімді біртекті емес пластинаның әркелкі температуралық өрістегі иілуі туралы есеп

Түйіндеме. Жұмыста әркелкі қыздырылған, серпімділік модулі пластинаның радиусы бойымен ғана емес, сонымен қатар қалыңдығы бойымен де айнымалы болып табылатын пластинаның симметриялы деформациясы қарастырылады. Қазіргі уақыттағы практиканың дамуы зерттеушілер мен құраушылардан құрылымдардың түйіндері мен агрегаттардағы жоғары температуралық өрістің болуымен, қалыңдығының, серпімділік модулінің, Пуассон коэффициентінің айнымалылығымен байланысты беріктіктің көптеген есептерін шығарудың жаңа әдістерін ойлап табуды талап етеді. Біртекті емес пластинаның әркелкі

температуралық өрістегі кернеулік-деформациялық күйі туралы есепті шешудің аналитикалық және жуық аналитикалық тәсәлдеріне қажеттілік жоғары. Мұндай есептерді зерттеу өте өзекті мәселе болып табылады. Бұл жұмыста аталған мәселе елеулі түрде шешімін табады.

Түйін сөздер. Күрделі иілу, біртекті емес пластина, серпімділік, әркелкі температуралық өріс, аналитикалық шешім.

УДК 665.63: 51.001.57

B.B. Orazbayev, Zh.E. Shangitova, L.G. Kassenova,
Orazbayeva K.N., Sh.K. Kodanova

MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION IN THE MANAGEMENT OF OPERATING MODES OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS WITH FUZZY INFORMATION

Abstract: New mathematical formulations of multi-criteria optimization problems are formulated for controlling the operation modes of complex chemical-technological systems in a fuzzy environment. New statements of problems of controlling the modes of chemical-technological systems in the conditions of fuzziness of the initial information are obtained by modifying various compromise schemes for working in a fuzzy environment. The tasks of multi-criteria optimization in managing a chemical-technological system are reduced to multi-criteria tasks of fuzzy mathematical programming and, based on the modification of the maximin and Pareto principles of optimality, a heuristic method is developed for solving the formulated optimal control problem and the choice of ChTS operating modes. These results are implemented in practice in solving the problem of controlling the operating modes of a chemical process system for producing benzene at the Atyrau refinery in a fuzzy environment. Analysis and comparison of the obtained results of solving the problem allow us to conclude about the effectiveness of the proposed approach to solving control problems based on models in the context of vagueness of the initial information.

Keywords: fuzziness, fuzzy limitation, multicriteria optimization, chemical-technological system, optimality principle, control of the operating modes of the object.

Б.Б. Оразбаев,[1] Ж.Е. Шангитова,[1] Л.Г. Касенова,[2]
К.Н Оразбаева.[2] Ш.К. Коданова [3]
([1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нур-Сұлтан қ.,
[2]Қазақ Экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Қазақстан, Нур-Сұлтан қ.,
[3]Атырау мұнай және газ университеті, Қазақстан, Атырау қ.)
batyr_o@mail.ru

АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН БАСҚАРУДА КӨПКРИТЕРИЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ

Андатпа. Айқын емес ортада күрделі химиялық-технологиялар жүйелер жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлердлі көпкритерийлік оптимизациялау есептерінің жаңа маитематикалық қойылымдары тұжырымдалған. Бастапқы ақпараттың айқынсыздығы жағдайында химиялық-технологиялық жүйелердің жұмыс режимдерін басқару есептерінің жаңа қойылымдары айқын емес ортада жұмыс жасау үшін түрлі компромисстік схемаларды модификациялау арқылы алынған. Химиялық-технологиялық жүйелердің оптималды жұмыс режимдерін анықтау үшін көпкритерийлік оптимизациялау есептері айқын емес математикалық программалау есептеріне келтірілгекн және максимин мен Парето оптималдық принциптерін модификациялау негізінде қойылған есепті шешудің эвристикалық тәсілі жасақталған. Аталған нәтижелер айқын емес ортада Атырау мұнай өңдеу зауытындағы безол өндіру химиялық-технологиялық жүйесі жұмыс режимдерін басқару есебін шешуде практикада жүзеге асырылған. Есепті шешуде алынған нәтижелерді талдау мен салыстыру бастапқы ақпараттың айқынсыздығы жағдайында модельдер негізінде басқару есебін шешуге ұсынфылған тәсілдеменің тиімдігі екені жайында қорытрынды жасауға мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: айқынсыздық, айқын емес шектеу, көпкритерийлік оптимизациялау, химиялық-технологиялық жүйе, оптималдық принципі, нысан жұмыс режимдерін басқару.

1. Кіріспе. Бастапқы ақпараттың айқын еместініне байланысты туындайтын анықсыздық жағдайларында күрделі химиялық-технологиялық жүйелердің (ХТЖ) жұмыс режимдерін басқару мен

оптимизациялаудың перспективті және тиімді тәсілдемелерінің бірі экспертік тәсілдер [1,2] мен айқын емес жиындар тәсілдерін [3–6] қолданатын тәсілдеме жатады. Шикізатты өңдеу технологиялық процесстері жүретін және критерийлер векторы мен айқын емес ақпаратпен жиі сипатталатын мұнай өңдеу технологиялық нысандары күрделі ХТЖ-ге жатады. Сондықтан, мұндай жүйелердің жұмыс режимдерін оптимизациялау үшін басқару кезінде критерийлер векторпы мен бастапқы ақпараттың айқын еместігін ескеру қажет. Мұндай есептер әдетте маман-эксперттер, шешім қабылдаушы тұлға (ШҚТ) тәжірибелері мен білімдері және бастапқы ақпараттың айқынсыздығын ескере отырып құрылған нысандар мен онда өтетін процесстердің математикалық модельдері негізінде шешілетін көпкритерийлік есептер түрінде қойылады [7]. Бұл жүйелік талдау методолдогиясын, ШҚТ тәжірибесі мен білімін, шешім қабылдағанда оның басымқысын ескеретін айқын емес ортада жүйені басқару үшін көпкритерийлік оптимизациялау есептерін шешу тәсілдерінің құрылуына алып келді [8, 9].

ХТЖ математикалық модельдерін құру және оларды басқару мақсатында бастапқы айқын емес ақпаратты формализациялау мен қолдану үшін эксперттік бағалау тәсілдері мен айқын емес жиындар теориясы тәсілдерін табысты қолдануға болады. Айқынсыздық жағдайларда ХТЖ параметрлерін векторлық оптимизациялау, жұмыс режимдерін тиімді басқару үшін түрлі сипаттағы қол жетімді ақпарат негізінде нысан модельдерін құру тәсілін, айқын емес огртада ХТЖ жұмыс режимдерін көпкритерийлік оптимизацилау есептерін шешутәсілдерін жетілдіру қажет. Бұл бағыт қазіргі таңда ғылымда және мұнай өңдеу, мұнай химиясы, химиялық технология және басқа да салалардың өзекті мәселесі болып табылады.

Бұл жұмыста зерттеу нысаны ретінде Атырау мұнай өңдеу зауытының (МӨЗ) бензол өндіру ХТЖ қарастырылады. Бұл ХТЖ-нің жұмыс режимдерін критерийлер векторы бойынша және айқынсыздықпен сипатталатын шектеулерін ескере отырып, тиімді басқаруды қамтамасыз ететін режимдік парметрлерінің оптималды мәндерін анықтау қажет. Сәйкесінше, *жұмыстын мақсаты* зерттеу нысаны модельдері негізінде айқынсыздық жағдайда бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкрнитерийлік оптимизациялау есептерін математикалық қою және оларды шешудің эвристикалық алгоритмін жасақтау жатады [10].

2. Есеп қойылымы. Анықталған мақсатқа сәйкес келесі негізгі есеп қойылады: айқын емес орталда ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін оның параметрлерін көпкритерийлі оптимизациялау есебін формализациялау және математикалық жазбасын тұжырымдау.

$f_1(x) = f_1(x),..., f_m(x)$ – ХТЖ жұмыс режимін бағалайтын жеке, яғни, локалды критерийлер болсын, бұл критерийлер мәндері режимдік параметрлерге $x = (x_1,..., x_n)$ байланысты болады [8,9,11,12]. Бұл байланысты сипаттайтын ХТЖ математикалық модельдері тұрғызылған деп санайық. Нысанның, оның өндіретін өнім сапа көрсеткіштері келесі айқын емес $\varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q,\ q = \overline{1, L}$ сипатталсын. Сонда, берілген айқын емес шектеулер талаптарын орындай отырып, режимдік параметрлердің келтірілген оптимициялау критерийлерінің $f_1(x),..., f_m(x)$ экстремалды мәндерін қамтамасыз ететін мәндерін $\mathbf{x}^* = (x_1^*,..., x_n^*)$ анықтау қажет. Бұл есепті шешу кезінде ШҚТ басымқыларын ескеру қажет екенін атап өтеміз.

Есептің жалпы математикалық қойылымы. Бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін оптимизациялау мысадында айқынсыздықта формализацияланған көпкритерийлі оптимизациялау есебінің қойылымын келесідей жазуға борлады:

$$\max_{x \in X} f_i(x),\ i = \overline{1, m} \tag{1}$$

$$X = \{x \in \Omega, \varphi_q(x) \tilde{>} b_q, q = \overline{1, L}\} \tag{2}$$

мұндағы $f_i(x), i = \overline{1, m}$ – мәндері модельдер көмегімен есептелетін оптималды басқару локалды критерийлері [11, 29, 30]; $\varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q,\ q = \overline{1, L}$ – алынған (1)–(2) көпкритерийлі оптимизациялау

есебінің рұқсат етілген облысын Ω анықтайтын шектеулік функциялар, біздің жағдайда олар айқынсыздықпен сипатталады; $b_q, q=\overline{1,L}$ – берілген сандар, олар да айқын емес болуы мүмкін.

Сонымен қойылған ХТЖ жұмыс режимдерін көпкритерийлі оптимизациялау есептерінің шешімін табу үшін, $f_i(x), i=\overline{1,m}$ критерийлерінің экстремалды мәндерін қамтамасыз ететін және ШҚТ-ны қанағаттандыратын режимдік параметрлер векторының мәнін $\mathbf{x}^* = (x_1^*,...,x_n^*)$ табу керек.

3. Зерттеу нәтижелері: ***Айқынсыздықта ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін көөпкритерийлі оптимизациялау нсебі мен оны шешу эвристикалық тәсілі.***

Бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару мысалында тұжырымдалған көпкритерийлі оптимизациялау есебінде $\varphi_1(x)$ және $\varphi_2(x)$ шектеулері айқын емес болғандықтан, бұл шектеулерді математикалық тұдырымдау үшін айқын емес тәсілдеме қолданылған және бұл есепті шешу үшін айқын емес ортаға түрлендіріліп, бейімделген альтернативаларды көпкритерийлі оптимизациялау идеясы, компромисстік схемалар тиімді пайдаланылады.

Айқын емес ортада мұедай есептерді қою мен шешудің белгілі тәсілдерінде негізінен біркритерийлік жағдайлар қарастырылады, ШҚТ басымқысын ескеруде бейімделушілік жоқ. Сонымен қатар белгілі тәсілдерде, әдетте бастапқы айқын емес есеп оны қою кезінде α деңгейлі жиын көмегімен эквивалентті детерминді есептер жүйесімен ауыстырылады, ал бұл жинақталған айқын емес ақпараттың айтарлықтай бөлігінің жоғалтуға алып келеді [8, 13, 14], яғни есеп шешуінің адекваттығы төмендейді. Бастапқы айқын емес есептің орнына «идеалдандырылған» шынайлықтан алшақтау есеп шығарылады.

Көптеген шынайы жағдайларда ХТЖ басқаруда көпкритерийлі оптимизациялау кезінде ШҚТ үшін негізгі және үйреншікті бастапқы ақпаратқа айқын емес пайымдау және мамандардың тұжырымдауы түріндегі айқын емес ақпарат болады. Сонымен қатар бастапқы айқын емес ақпаратты айқын ақпаратқа айналдыру тиімсіз, немесе мүмкін емес болуы да жиі орын алады. Мұндай жағдайларда қарастырылған айқын емес есептерді тиімді шешу үшін адамның оптимималды шешімді қабылдау процедурасына бейімделген, есепті шешу барысында ШҚТ-ны, оның басымдығын, білімі мен тәжірибесін қолдануға негізделген эвристикалық тәсілдерді жасақтап, қолдану қажет.

Сонымен айқын емес көпкритерийлі оптимизациялау есебін, оны детерминді есептер жүйесіне түрлендірмей, айқын емес ортада қою және шешу керек. Осы мақсатта бұл жұмыста ХТЖ жұмыс режимдерін басқару кезінде көпкритерийлі оптимизациялау есептерін айқын емес ортада шешу үшін, айқын емес ақпартты максималды пайдалану бейімделген компромисстік схемалар мен олардың түрлі комбинацияларын қолданатын эвристикаплық тәсілдеме ұсынылады.

Айқын емес жиындар метолологиясы негізінде ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін жоғарыда келтірілген (1)–(2) көпкритерийлі оптимизациялау есебін келесідей тұжырымдаймыз. Ол үшін келесідей белгілемелер ендірейік:

$\mu_0(x) = (\mu_0^1(x),...,\mu_0^m(x))$ – ХТЖ жұмыс сапасын анықтайтын нормалданған $f_i(x), i=\overline{1,m}$ критерийлер, олардың мәндері [0,1] интервалында анықталады; $\mu_q(x), q=\overline{1,L}$ – айқын емес $\varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q, q=\overline{1,L}$ шектеулерінің орындалуының тиістілік функциялары; $\gamma = (\gamma_1,...,\gamma_m)$, $\beta = (\beta_1,...,\beta_L)$ – сәйкесіншке, ШҚТ ендіретін және критерийлер мен шектеулердің өз-ара маңыздылықтарын анықтайтын салмақтық векторлар.

Түрлі компромисстік схемаларды айқын емес ортада жұмыс жасауын қамтамасыз ету үшін бейімдеу арқылы ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда көпкритерийлі оптимизациялау есептерінің түрлі қойылымдарын көпкритерийлі айқын емес оптимизациялау, яғни айқын емес математикалық программалау есебі ретінде қоюға және оларды шешу тәсілдерін құруға болады [9, 30, 15].

Оптималдық принциптерінің басқа комбинациясын, атап айтқанда, *максимин* (критерийлер үшін) және *Парето оптималдық* (шектеулер үшін) принциптерін ХТЖ жұыс режимдерін басқаруда көпкритерийлік оптимизациялау есебін қою мен шешуде қолданайық:

$$\max_{x \in X} \mu_0^1(x), \tag{3}$$

$$X = \{\arg\max_{x\in\Omega} \min_{i\in I_0}(\gamma_i \mu_0^i(x)) \wedge \arg\max_{x\in\Omega} \sum_{q=1}^{L} \beta_q \mu_q(x) \wedge$$

$$\wedge \sum_{q=1}^{L} \beta_q = 1 \wedge \beta_q \geq 0, I_0 = \{2,...m\}, q = \overline{1,L}\} \quad (4)$$

(3)–(4) есебінде басымқысы 1 болатын басты критерий максимизацияланады, қалған локалды критерийлер максимин принципі (ММ) бойынша шектеулер құрамына ендіріледі, ао айқын емес шектеулер Парето оптималдық (ПО) принципі негізінде ескеріледі. Алынған (3)–(4) есебін шешу үшін келесі эвристикалық тәсіл ұсынылады:

ММ+ПО тәсілі:

1. ШҚТ көмегімен локалды критерийлерге салмақ коэффициенттері анықталады: $\mu_0^i(x), i = \overline{1,m}, \gamma = (\gamma_1,...,\gamma_m), \sum_{i=1}^{m} \gamma_j = 1, \gamma_i \geq 0.$

2. ШҚТ қатысуымен шектеулерге салмақ коэффициенттері анықталады: $\mu_q(x), q = \overline{1,L}$: $\beta = (\beta_1,...,\beta_L)$, $\sum_{q=1}^{L} \beta_q = 1, \beta_q \geq 0, \ q = \overline{1,L}$.

3. Әр q-ші координатаға қадам сандары беріледі: $p_q, q = \overline{1,L}$.

5. β_q векторы координаталыр өзгеру үшін $h_q = \frac{1}{p_q}, q = \overline{1,L}$ өрнегі бойынша қадамдар шамасы есептеледі.

6. [0,1] интервалында координаттарды h_q қадамымен өзгерте отырып $\beta^1, \beta^2, ..., \beta^N$, $N = (p_1 + 1) \times (p_2 + 1) \times ... \times (p_L + 1)$ салмақ векторлары жиынтығы анықталады.

7. ШҚТ, эксперттер қатысуымен терм-жиын мен айқын емес шектеулердің $\mu_q(x), q = \overline{1,L}$ орындалуының тиістілік функциялары анықталады.

8. ХТЖ моделі негізінде басты (бірінші) критерийді $\max_{x\in X} \mu_0^1(x)$ (3) X жиынында (4) максимизациялау есебі шешіледі. Ағымдағы шешімдер: режимдік параметрлер мәндері $x(\gamma, \beta)$; критерийлер мәндері $\mu_0^1(x(\gamma,\beta)),\ldots,\mu_0^m(x(\gamma,\beta))$ және айқын емес шекитеулердің орындалу деңгейлері $\mu_1(x(\gamma,\beta)),\ldots,\mu_1(x(\gamma,\beta))$ анықталады.

9. ШҚТ алынға ағымдағы шешімдерді талдайды. Егер ағымдағы шешімдер ШҚТ-ны қанағатандырмаса, ол шешімді жақсарту мақсатында $\gamma_1,...,\gamma_m$ және/немесе $\beta_1,...,\beta_L$ салмақ коэффициенттерін өзгертеді және кері 3-ші пункте оралу орындалады. Басқаша жағдайда келесі 10-шы пунктке өту.

10. Шешімді іздеу тоқтатылып, оптималды, яғни ШҚТ таңдаған, оны қанағаттандырған, ХТЖ жұмыс режимін оптималды басқаруды қамтамасыз ететін шешімдер: локалды критерийлердің ең тиімді мәндерін $\mu_0^1(x^*(\gamma,\beta)),...,\mu_0^m(x^*(\gamma,\beta))$ және айқын емес шектеулердің максималды орындалу деңгейлерін $\mu_1(x^*(\gamma,\beta)),...,\mu_L(x^*(\gamma,\beta))$ қамтамасыз ететін режимдік (басқару) параметрлерінің оптималды мәндері $x^*(\gamma,\beta)$ шығарылады.

Сонымен, айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкритерийлі оптимизациялау есептерінің түрлі қойылымдары алынған. Түрлі оптималдық принциптер (максимин және Парето оптималдық) және айқын емес жиындар тәсілдері негізінде жаңа ММ+ПО эвристикалық тәсілі құрылған.

4. Нәтижелерді қолдану және талқылау. ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда көпкритерийлік оптимизациялау есебін шешудің ұсынылған тәсілдемені практикада жүзеге асыру мысалы ретінде Атырау МӨЗ бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару есебінің қойылымы мен шешімін қарастырайық. Жоғарыда келтірілген зерттеу нәтижелерін қолдана отырып және максимин мен Парето оптималдық тәсілдерін айқынсыздыққа модификациялау негізінде бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін көпкритерийлік оптимизациялау есебін келесідей формализациялап, қоюға болады. Келесі белгілемелер ендірейік: $\mu_0(x)=(\mu_0^1(x),\mu_0^2(x),\mu_0^3(x))$ – бензол өндіру ХТЖ-нің өнімдерінің шығысын бағалайтын нормалданған, мәні [0,1] интервалиында болатын критерийлер, атап атқанда: $\mu_0^1(x)$ – бензол шығысы; $\mu_0^2(x)$ – рафинат шығысы; $\mu_0^3(x)$ – ауыр ароматика шығысы; $\mu_1(x),\mu_2(x)$ – айқын емес $\varphi_q(x)\tilde{\geq} b_q$, q=1,2 орындалуын сипаттайтын тиістілік функциялары; γ = (γ_1, γ_2, γ_3) және β = (β_1, β_2) – критерийлер мен шектеулердің өз-ара маңыздылықтарын бейнелейтін салмақ векторлары.

Сонда бензол өндіру ХТЖ басқаруда режимдік параметрлердің оптималдық мәндерін анықтау есебінің математикалық қойылымын оптимизациялау (3)–(4) есебі негізінде келесідей жазуға болады:

$$\max_{x\in X}\mu_0^1(x), \tag{5}$$

$$X=\{\arg\max_{x\in\Omega}\min_{i\in I_0}(\gamma_i\mu_{0R}^i(x))\wedge\arg\max_{x\in\Omega}\sum_{q=1}^{2}\beta_q\mu_q(x)\wedge$$

$$\wedge\sum_{q=1}^{2}\beta_q=1\wedge\beta_q\geq 0, I_0=\{2,3\}, q=\overline{1,2}\} \tag{6}$$

(5)–(6) есебінің қойылымында: $\wedge$ –логикалық «және» белгісі, ол байланысқан барлық тқжырымдамалар ақиқат болу керектігін білдіреді; μ_{0R}^i – ШҚТ көмегімен $\mu_0^i(x), i=2,3$ критерийлеріне ендірілген шектемелер. Локалды критерийлердің $\gamma_1,\gamma_2,\gamma_3$ және шектеулердің β_1,β_2 салмақ коэффициенттерінің мәндерін өзгерте отырып, (5)–(6) есебі шешімдер жинағын аламыз, олардың арасынан ШҚТ шектеулер талаптарын орындай отырып, критерийлердің максималды мәндерін қамтамасыз ететін режимлік параметрлердің оптималды мәндерін $x^*(\gamma,\beta)$ таңдайды.

Бензол ХТЖ жұмыс режимдерін векторлар критерийі бойынша оптимизациялаудың қойылған есебін (5)–(6) шешу үшін модификацияланған *максимин* (*ММ*) және *Парето оптималдық* (*ПО*) тәсілдері комбинациясын қолданамыз.

(5)–(6) есебін шешу үшін жоғарыла келтірілген ММ+ПО эвристикалық тәсілін нақтылап қолданамыз.

1. ШҚТ қатысуымен $\mu_0^i(x), i=\overline{1,3}$ локалдық критерийлер салмақ коэффициенттерінің мәндері анықталып, ендірілді – $\sum_{i=1}^{3}\gamma_i=1, \gamma_i\geq 0,$ i=1,2,3: γ= (0.7, 0.2, 0.1),

2. ШҚТ, эксперттер көмегімен шектеулер $\mu_q(x), q=\overline{1,3}$ үшін салмақ коэффициенттері мәндері анықталды – $\sum_{q=1}^{2}\beta_q=1, \beta_q\geq 0,$ q=1,2: β=(0.7, 0.3),

3. $p_q, q=1,2$ координаттары бойынша ШҚТ қадамдар санын ендірді: p_1=5; p_2=2.

4. β_q салмақ векторы координаттарын өхзгерту үшін Вычислены $h_q = \frac{1}{p_q}, q = \overline{1,2}$ формуласы бойынша қадамдар шамасы есептелді: $h_1 = \frac{1}{p_1} = \frac{1}{5} = 0,2$; $h_2 = \frac{1}{p_2} = \frac{1}{2} = 0,5$.

5. h_q, q=1,2 қадамымен [0,1] кесіндісінде координаттарды өзгерте отырып $\beta^1, \beta^2, ..., \beta^N$, N=(5+1)×(2+1)=18 салмақ векторлары анықталды.

7. $\mu_q(x)$, q=1,2 айқын емес шектеуледрді сипаттайтын терм-жиын анықталып, тиістілік функциялары тұрғызылды. Есеп екі айқын мес шектелермен сипатталады: «бензолдың орташа октандық саны $\tilde{\geq}$ 102» және «бензол құрамындағы күкірттің үлесі $\tilde{\leq}$ 0,00005%». Бұл айқын емес шектелерді сипаттау үшін келесі терм-жиын анықталған: *T(X,Y)* = {*төмен, орташадан төмен, орташа, орташадан жоғары, жоғары*}. Келтірілген С применением приведенного терм-множества *T(X,Y)* терм-жиын негізінде, айқын емес шектеулердің орындалу деңгейлерін спаттайтын келесі тиістілік функциялары тұрғызылған:

$$\mu_1^1(x) = \exp((0.5 | y_4 - 97) 0.60 |);$$
$$\mu_1^2(x) = \exp((0.5 | y_4 - 100) 0.55 |);$$
$$\mu_1^3(x) = \exp((0.5 | y_4 - 102) 0.50 |);$$
$$\mu_1^4(x) = \exp((0.5 | y_4 - 104) 0.55 |);$$
$$\mu_1^5(x) = \exp((0.5 | y_4 - 107) 0.60 |);$$
$$\mu_2^1(x) = \exp((0.3 | y_5 - 0.000005) 0.15 |);$$
$$\mu_2^2(x) = \exp((0.3 | y_5 - 0.000020) 0.12 |);$$
$$\mu_2^3(x) = \exp((0.3 | y_5 - 0.000050) 0.10 |);$$
$$\mu_2^4(x) = \exp((0.3 | y_5 - 0.000080) 0.12 |);$$
$$\mu_2^5(x) = \exp((0.3 | y_5 - 0.000100) 0.15 |);$$

мұндағы $\mu_1^p(x), \mu_2^p(x), p = \overline{1,5}$ – әр p кванты үшін айқын емес шектеулердің орындалуын сипаттайтын тиістілік функциялары: бензолдың орташа октандық саны $\mu_1^p(x)$; бензол құрамындағы күкірт үлесі $\mu_2^p(x)$; y_4 және y_5 – α деңгейліжиын негізінде алынған бензол сапасының сандық мәндері; қалған коэффициенттер, сәйкесінше, айқынсыздық деңгейін (0,5; 0,3), таңдалған термге ең сәйкес келетін айнымалыны 97; 100; 102 т.б.), және тиістілік функциясын аппроксимациялау үшін қолданатын параметрді (0,60; 0,55; 0,50 т.б.) сипаттайды.

8. Локалды критерийлердің режимдік параметрлерге x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 байланысын сипаттайтын ХТЖ модельдері мен айқын емес шектеулер негізінде $\max_{x \in X} \mu_0^1(x)$ (5) есебі X (6) жиынында шешілген. Критерии X жиынында 1-ші пункте анықталған маңыздылық коэффициенттерін ескере отырып максимизацияланған. Ағымдағы шешімдер анықталған: $x(\gamma, \beta)$ – режимдік параметрлер мәндері және оларға сәйкес келетін локалды критерийлер мәндері $\mu_0^1(x(\gamma.\beta)), \mu_0^2(x(\gamma.\beta)), \mu_0^3(x(\gamma.\beta))$ және айқын емес шектеулердің орындалу дюеңгейлері $\mu_1(x(\gamma.\beta)), \mu_2(x(\gamma.\beta))$. Бұл жерде қойылған есепті шешуге ең тиімді тәсілді қолданған дұрыс, біздің жағдайда айқынсыздыққа бейімделген айып-пул функциясы тәсілі қолданылған.

9. Алынған шешімдер ШҚТ-ға ұсынылған. Егер ағымдағы шешімдер ШҚТ-ны қанағатандырмаса, ол шешімді жақсарту мақсатында $\gamma_1, ..., \gamma_m$ және/немесе $\beta_1, ..., \beta_L$ салмақ коэффициенттерін өзгертеді және 3-ші пунктке оралады. Егер ШҚТ алынған шешімдерге

қанағаттанса, келесі пунктке өту орындалады. Біздің жағдайда ШҚТ оны қанағаттандыратын шешімді 5-ші циклден кейін твңдап алды, бұл оптималды шешімдер кесте 1-ге енгізілген.

10. Шешім іздеуді тоқтату, ШҚТ қанағаттанған және бензол өндіру ХТЖ оптималды жұмыс режимін қамтамасыз ететін шешімдер шығарылады: $x_1^*(\gamma,\beta)$, $x_2^*(\gamma,\beta)$, $x_3^*(\gamma,\beta)$, $x_4^*(\gamma,\beta)$, $x_5^*(\gamma,\beta)$ – режимдік паракметрлердің оптималды мәндері; $\mu_0^1\left(x^*(\gamma.\beta)\right)$, $\mu_0^2\left(x^*(\gamma.\beta)\right)$, $\mu_0^3\left(x^*(\gamma.\beta)\right)$ – локалды критерийлердің максималды мәндері және $\mu_1\left(x^*(\gamma.\beta)\right)$, $\mu_2\left(x^*(\gamma.\beta)\right)$ – айқын емес шектеулердің орындалуының максималды деңгейлері (кесте 1 қараңыз).

Кесте 1. **Детерминді тәсіл және ұсынылған эвристикалық тәсіл бойынша ХТЖ жұмыс режимін оптимизациялау нәтижелерін салыстыру**

№	Критерийлер және шектеулер және режимдік параметрлер	Детерминді тәсіл [16]	Ұсынылған тәсіл
1.	Бензолдық колонна шығысындағы бензол, мың.тн – критерий y_1;	133	134,1
2.	Бензолдвқ колонна шығысындағы рафинат, мың.тн – критерий y_2;	82	82,4
3.	Ректификациондық колонна шығысындағы ауыр ароматика шығысы, мың.тн – критерий y_3;	450	450
4.	Айқын емес шектеу орындалуы тиістілік функциясы «Бензолдың орташа октандық саны кем болмау керек $\tilde{\geq}$ 102» – $\mu_1(x^*(\beta))$;	–	1.0
5.	Айқын емес шектеу орындалуы тиістілік функциясы «Бензол құрамындағы күкірт құрамы артық болмау керек $\tilde{\leq}$ 0,00005% » – $\mu_2(x^*(\beta))$;	–	1.0
6.	Режимдік параметрлердің оптималды мәндері x_1^* - шикізат, реформата кірісі; мың.тн; x_2^* - бензолдық колоннадағы температура, ^oC; x_3^* - бензолдық колоннадағы қысым, кг/см^2; x_4^* - шикізат құрамындағы күкірт үлесі, %; x_5^* - шикізат құрамындағы ароматикалық көмірсутектер, %	 746 150 37 0,00005 50	 746 145 36 0,00005 50

Ескертпе: В детерминированном подходе и на практике степени выполнения нечетких ограничений не определяются, поэтому в соответствующие графы занесены (–).

Нәтижелерді талқылау. Кесте 1 келтірілген деректерді талдау нәтижесында келесі қорытындалар алынған:

1) Ұсынылған *ММ+ПО эвристикалық тәсіл* айқын емес шектеулері бар бастапқы есепті оларды алдын-ала детерминді есептерге айналдырмай айқын емес ортада шешеді, детерминді тәсілмен салыстырғанда ұсынылған тәсіл кейбір көрсеткіштер бойынша жақсы нәтижелерді қамтамасыз етеді.

2) Айқын емес қойылымда көпкритерийлі оптимизациялау есебін шешкенде шешімнің адекваттығы артады, себебі, бұл кезде, шынайы жағдайды идеалдандырылмай адекватты сипааттауға мүмкіндік беретін қосымша айқын емес ақпарат (ШҚТ, эксперттер білімі, тәжірибесі) пайдаланылады.

3) *ММ+ПО* тәсілі айқын емес шектеулердің тиістілік функцияларын, яғни олардың орындалу деңгейлерін анықтауға мүмкіндік береді, өндірістік жағдайларда жиі орын алатын айқын емес шектеулі есептерді тиімді шешуді қамтамасыз етеді.

4) ШҚТ көмегімен еөпкритерийлі есепті шешу процесінде өнім сапасы мен көлемі арасындағы компромисстік шешімді анықтауға болады.

Сонымен, өнім сапасын арттыру үшін өнім көлемін азайтуға тура келеді. Сондықтан, бензол шығысының көлемін оның сапасын біруақытта арттыра отырып, максимизациялау есебінің қойылымы дұрыс болмайды. Бұл жағдайда оптимизациялау есебін дұрыс қоюдың екі варианты болады:

1. Өнім сапа көрсеткіштерін берілген мәндерінен кем болмайтындай (яғни шектеуге ендіріп) шаманы қамтамасыз ете отырып, өнім көлемін максимизациялау;

2. Өнім шығысын берілген көлемнен кем болмайтындай шаманы қамтамасыз ете отырып, яғни өнім көлемі шектеуін ескере отырып, өнім сапа көрсеткіштерін максимизациялау.

Кесте 1-де келтірілген нәтижелер айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін бірнеше критерийлер бойынша оптимизациялау есебін шешуге ұсынылған эвристикалық тәсіл нәтижелері белгілі тәсілдер [16] нәтижелерімен салыстырғанда барлық көрсеткіштер бойынша төмен емес нәтижелер береді, ал бензол мен рафинат шығысы бойынша нәтижелер арттады.

Сонымен қатар ММ+ПО тәсілі айқын емес шектеулерді ескеруге мүмкіндік береді, айқын емес шектеулердің орындалу деңгейін анықтайды, нәтижелерден айқын емес шектеулердің толықтай орындалғаны көрінеді, яғни олардың тиістілік функциялары 1-ге тең: $\mu_1\left(x^*(\gamma.\beta)\right)=1$; $\mu_2\left(x^*(\gamma.\beta)\right)=1$.

5. Қорытынды. Алғаш рет айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкритерийлі оптимизациялау есебінің қойылымы айқын емес математикалық программалау есебі түрінде алынған. Максимин және Парето оптималдық тәсілдерін айқын емес ортада жұмыс жасауы үшін модификациялау негізінде ММ+ПО эвристикалық тәсілі құрылған. Нәтижелердің жаңашылдығы мен түпнұсқалығы (оригиналдығы) мынада: ХТЖ жұмыс режимдерін көпкритерийлі оптиммизациялау есебі, оны эквивалентті детерминді есептерге айналдырмай, айқын емес ортада қойылып, айқынсыздықта шешіледі. Бұл айқын емес ортада өндірістік есептердің алынған нәтижелерінің адекваттығы мен тиімділігін аттырады.

Ұсынылған көпкритерийлі оптимизациялдау есебің айқын емес ортада шешу тәсілдемесі бензол өндіру кешені жұмыс режимджерін оптимизациялау есебін шешуде табысты жүзеге асырылған. Зерттеу нәтижелері шешілетін практикалық есептер аясын кеңейтеді, айқын емес ортада күрделі ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда тиімді шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Джарратино Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. – 4-е изд. –М: ООО «И.Д. Вильямс». –2007. –1152 с.

[2] Sabzi H.Z. Developing an intelligent expert system for streamflow prediction, integrated in a dynamic decision support system for managing multiple reservoirs: A case study //Expert systems with applications. –2017. – V. 82. – № 3. –P. 145–163.

[3] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. –2011. –V. 184. –P. 3–17.

[4] Сулейменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. –Алматы: Изд-во Пикула и К. –2009. –304 с.

[5] Оразбаев Б.Б. Теория и практика методов нечетких множеств. Учебник для студентов ВУЗов. – Алматы: Изд-во Бастау. – 2014. –455 с.

[6] Рыжов А.П. Теория нечетких множеств и ее приложений. –М.: Изд-во МГУ. 2017. –115 с.

[7] Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Utenova B.E. Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. –2014. –V. 48. – № 4. –P. 138–149.

[8] Зайченко Ю.П. Исследование операций: нечеткая оптимизация. –Киев: Изд-во Выща школа. –1991. –357 с.

[9] Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Kurmangaziyeva L.T., Makhatova V.E. Multicriteria optimisation problems for chemical engineering systems and algorithms for their solution based on fuzzy mathematical methods // EXCLI Journal. –2015. –V.14. –P. 984–998.

[10] Валиахметов Р.И. и др. Применение эвристических алгоритмов в анализе данных для решения задачи диагностирования электроцентробежных насосных установок // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. –2018. –Т. 329. – № 2. –С.159–167.

[11] Chen Y., He L., Li J., Zhang S. Multi-criteria design of shale-gas-water supply chains and production systems towards optimal life cycle economics and greenhouse gas emissions under uncertainty // Computers & chemical engineering. –2018. –V. 109. –P. 216–235.

[12] Harinath E., Biegler L.T., Dumont G.A. Predictive optimal control for thermo-mechanical pulping processes with multi-stage low consistency refining // Journal of Process Control. –2013. –V.47. –№ 23. –P.1001–1015.

[13] Fayaz M., Ahmad, S., Ullah I., Kim D. A Blended Risk Index Modeling and Visualization Based on Hierarchical Fuzzy Logic for Water Supply Pipelines Assessment and Management // Processes. –2018. –V. 6. –№ 5. –P. 102–2112.

[14] Méndez C.A, Cerdá J., Grossmann I.E., Harjunkoski I., Fahl M. State-of-the-art review of optimization methods for short-term scheduling of batch processes // Computers and Chemical Engineering. –2006. –№ 30. –P. 913–928.

[15] Grossmann I.E. Challenges in the Application of Mathematical Programming in the Enterprise-wide Optimization of Process Industries // Теоретические основы химической технологии. –2014. –Т. 48. –№ 5. –С. 500–517.

[16] Шумский В.М., Зырянова Л.А. Инженерные задачи в нефтепереработке и нефтехимии. –М.: Изд-во Химия. –1981. –457 с.

Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н, Коданова Ш.К.

Многокритериальная оптимизация при управлении режимами работы химико-технологических систем при нечеткой информации

Резюме: Сформулированы новые математические постановки задач многокритериальной оптимизации при управлении режимами работы сложных химико-технологических систем в нечеткой среде. Новые постановки задач управления режимами химико-технологических систем в условиях нечеткости исходной информации получены путем модификации различных схем компромиссов для работы в нечеткой среде. Задачи многокритериальной оптимизации при управлении химико-технологической системой сведены к многокритериальным задачам нечеткого математического программирования и на основе модификации принципов максимина и Парето оптимальности разработан эвристический метод решения сформулированной задачи оптимального управления и выбора режимов работы ХТС. Эти результаты реализованы на практике при решении задачи управления режимами работы химико-технологической системой производства бензола Атырауского нефтеперерабатывающего завода в нечеткой среде. Анализ и сравнение полученных результатов решения задачи позволяют сделать вывод об эффективности предложенного подхода к решению задач управления на основе моделей в условиях нечеткости исходной информации.

Ключевые слова: нечеткость, нечеткое ограничение, многокритериальная оптимизация, химико-технологическая система, принцип оптимальности, управление режимами работы объекта.

УДК 66.045.678.027

A. O. Ospanova, N.Zh. Duisenov, M.Zh. Koshkinbayeva
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazahstan e-mail: oaim@mail.ru.)

MATHEMATICAL MODEL OF AN INDUSTRIAL STYRENE POLYMERIZATION PROCESS FOR AN INFORMATION CONTROL SYSTEM

Abstract. A method for developing mathematical models for use in control systems is proposed. The object of modeling is the industrial process of polymerization of styrene. The simulation method is based on Yule-Walker algorithms.

To develop an industrial process control information system, the Master SCADA package, Trace Mode, was used for styrene polymerization process control information system.

Instrumental support of the information system for controlling the industrial process of styrene polymerization is based on the system SCADA Trace Mode.

Key words: polystyrene, reactor, mathematical model, correlation functions, information system.

А.О. Оспанова, Н.Ж. Дуйсенов, М.Ж. Кошкинбаева
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова,
г.Шымкент, Республика Казахстан, oaim@mail.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОЦЕССА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. Представлен способ разработки математической модели, позволяющий по данным нормальной эксплуатации получить математическую модель промышленных процессов полимеризации стирола для информационной системы управления промышленным процессом.

В работе на основе анализа предыдущих работ предложен способ моделирования на базе алгоритмов Юла-Уокера с использованием статистических характеристик второго порядка, корреляционных функций входных и выходных переменных рассчитанных на базе измерений основных технологических параметров промышленных реакторов в темпе с процессом Расчет производится в среде MATLAB. В качестве инструментального средства создания информационной системы управления предложен пакет Master SCADA, Trace Mode.

Ключевые слова: полистирол, реактор, математическая модель, корреляционные функции, информационная система.

Основным признаком современности, инновационности и эффективности любого промышленного производства является внедрение информационных систем управления на базе современных аппаратных и программных средств управления промышленными процессами, средств визуализации, мониторинга и расчета оптимальных параметров.

Программные и аппаратные средства нового поколения имеют возможность в единой системе в режиме реального времени интегрироваться в технологический процесс. Для успешного функционирования таких систем необходимы математические модели, адекватно описывающие промышленный процесс, алгоритмы и программы, реализующие мониторинг и управление на базе математических моделей. Промышленные процессы полимеризации стирола в химических реакторах относятся к сложным физико-химическим системам, управление и моделирование которых представляется сложной задачей.

Во-первых, процессы полимеризации стирола являются трудно моделируемыми ввиду сложности кинетических закономерностей. Изучению кинетики процессов полимеризации посвящено большое количество работ [1-3]. При моделировании и расчете полимеризационных процессов принимаются во внимание все три стадии реакции полимеризации процесса: инициирование, рост и обрыв цепи. термической полимеризации очень сложный и не может быть описан простыми кинетическими уравнениями.

По мере увеличения конверсии мономера необходимо отметить серьёзные физические изменения в системе в связи возрастанием вязкости полимеризующейся массы, имеет место эффект Тромсдорфа (или гель-эффект). Кинетику полимеризации стирола в массе при глубоких степенях превращения изучить очень трудно, соответственно невозможно представить уравнение скорости реакций [1].

Основным промышленным способом производства полистирола, как общего назначения, так и ударопрочного является термоинициированная полимеризация в массе, осуществляемая в каскаде реакторов непрерывного действия с перемешивающими устройствами, где процесс полимеризации производится методом неполной конверсии мономера от 85 до 95%.

Анализ реальных условий промышленного производства многих процессов полимеризации позволил установить, что эти процессы помимо сложной кинетики и гидродинамических особенностей, связанных с течением процессов в химических реакторах, являются весьма чувствительными к различным случайным факторам, влияющими на процесс. Например, при использовании разных источников поставок сырья меняются характеристики процесса, учесть которые весьма сложно.

Таким образом, для управления процессом в условиях его промышленной эксплуатации необходима мобильная модель, учитывающую влияние на процесс различных случайных факторов и то же время достаточно адекватно описывающая промышленный процесс. Такая модель легко интегрируется в информационную систему управления на базе программных комплексов *Scada Trace Mode.*

Метрологическое обеспечение достоверной информацией системы управления процессами полимеризации позволит инструментами Scada Trace Mode создать монитор реального времени,

Такой подход является достаточно современным и позволяет на их основе строить информационные системы управления в режиме реального времени.

В большинстве случаев имеется детерминированная математическая модель процесса, составленная на основании анализа физико-химических закономерностей процесса.

Детерминированная математическая модель промышленных процессов в статике может быть представлена [2,4]

$$y_j=Ax_j \quad (1)$$

Динамическая линеаризованная модель процесса в дискретном виде соответственно запишется:

$$y_{jn+1}=\theta_{1j}\, y_{jn}+\theta_{2j}y_{j-1n}+Ax_{jn} \quad (2)$$

Эти уравнения описывают усредненное идеализированное состояние процесса.

На основе стохастического подхода в априорную детерминированную модель процесса включается ряд ненаблюдаемых переменных, характеризующих влияние случайных факторов, неучтенных при построении априорной детерминированной модели. Адекватность полученной стохастической модели процессу полимеризации оценивается по минимуму задаваемого критерия. При этом в модель включается аддитивная коррелированная помеха, которая учитывает отклонение детерминированной модели от реального процесса. Непрерывность промышленного процесса, характер неучтенных факторов дают основание предполагать, что все возмущающие воздействия имеют плавный характер изменения во времени, их значения в последующий момент времени зависят от значений в последующий момент, т.е. наблюдается коррелированность во времени ненаблюдаемого шума в объекте, о чем свидетельствуют статистические исследования промышленных процессов.

Неучтенные факторы можно считать суммарным ненаблюдаемым шумом в объекте ε, который согласно предельной теореме подчиняется закону распределения Гаусса и представляют собой некоррелированные между собой и во времени случайные последовательности неконтролируемых возмущений с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

Статическая модель (1) при этом представляется [4,6]:

$$Y_i = A_i X + \varepsilon_i \quad (3)$$

где ε_i – гауссовские последовательности, у которых:

$$M[\varepsilon_i] = 0 \qquad M\left[\varepsilon_i \varepsilon_i^{T}\right] = R_i \delta_{iJ} \quad (4)$$

Динамическая модель процесса (2) в авторегрессионной форме может быть записана [6,7]::

$$y_n = \lambda_1 y_{n-1} + \lambda_2 y_{n-2} + \cdots + \lambda_p y_{n-p} + \varepsilon_n \quad (5)$$

где: λ_n – коэффициенты модели;

x_n, y_n - переменные процесса, которые при измеренных значениях конверсии C_n и температуры T_n рассчитываются в зависимости от конкретного вида полимеризационного процесса по формулам:

$$y_n = y(C_n); \qquad x_n = x(T_n) \quad (6)$$

Наблюдения температуры и конверсии стирола в реакторе рассматриваются как временные ряды [5].

Стохастическая модель процесса может быть получена следующим образом.

Умножим выражение (5) на y_{n-k} и получим:

$$y_n y_{n-k} = \lambda_1 y_{n-1} y_{n-k} + \lambda_2 y_{n-2} y_{n-k} + \cdots + \lambda_p y_{n-p} y_{n-k} + y_{n-k}\varepsilon_n \quad (7)$$

где λ - неизвестные коэффициенты модели, подлежащие оценке.

Переходя к математическим ожиданиям величин в выражении (7), получим уравнения автокорреляций:

$$R_{yy}(k) = \lambda_1 R_{yy}(k-1) + \lambda_2 R_{yy}(k-2) + \cdots + \lambda_p R_{yy}(k-p) \quad (8)$$

Оценка неизвестных коэффициентов модели осуществляется из условия минимизации ординат взаимнокорреляционной функции между белым шумом ε_n и наблюдаемыми переменными.

Данный подход к разработке математических моделей может быть распространен на многие непрерывные промышленные процессы.

Используя данный подход разработки стохастических моделей процесса полимеризации стирола, можно получить уравнения Юла-Уокера [5,7,8].

Оценка неизвестных коэффициентов модели осуществляется из условия минимизации ординат взаимнокорреляционной функции между белым шумом ε_n и наблюдаемыми переменными.

Для получения оценок неизвестных коэффициентов модели необходимо иметь оценки авто – и взаимнокорреляционных функций входных и выходных переменных X и Y.

Оценки корреляционных функций рассчитываются с использованием математического пакета MATLAB по формулам:

$$R_{XY}[k] = \frac{1}{N-k}\sum_{i=1}^{N-k}(x_i - \hat{x})(y_{i+k} - \hat{y})$$

$$R_{XX}[k] = \frac{1}{N-k}\sum_{i=1}^{N-k}(x_i - \hat{x})(x_{i+k} - \hat{x}) \qquad (9)$$

$$R_{YY}[k] = \frac{1}{N-k}\sum_{i=1}^{N-k}(y_i - \hat{y})(y_{i+k} - \hat{y})$$

где $\hat{y}$ – оценка среднего значения выходной переменной.

Параметры стохастической модели авторегрессии, выраженные через параметры модели автокорреляции, оцениваются с помощью уравнений Юла-Уокера, которые могут быть получены следующим образом.

В уравнении (9) подставим в значения сдвига автокорреляционных функций значения k=1,2,3,...,p. При этом получаем систему линейных уравнений [8]:

$$\begin{aligned}
R_{yy}(1) &= \lambda_1 + \lambda_2 R_{yy}(1) + \cdots + \lambda_p R_{yy}(p-1),\\
R_{yy}(2) &= \lambda_1 R_{yy}(1) + \lambda_2 + \cdots + \lambda_p R_{yy}(p-2),\\
&\vdots\\
R_{yy}(p) &= \lambda_1 R_{yy}(p-1) + \lambda_2 R_{yy}(p-2) + \cdots + \lambda_p,
\end{aligned} \qquad (10)$$

Это уравнения Юла-Уокера для процессов полимеризации в каскаде реакторов.

В качестве критерия качества модели, оценивающего адекватность модели реальному промышленному процессу, использована среднеквадратичная ошибка прогноза δ по данной реализации [5-7].



Рис. 1. Рабочие окна проекта в SCADA Trace Mode.

Методика моделирования систем управления интегрирована на базе двух пакетов - математического пакета MATLAB и SCADA-системы. Интеграция данных пакетов предоставляет широкие возможности по моделированию технологических процессов [10-13]. Использование представленной модели для информационной системы промышленного процесса полимеризации стирола осуществляется SCADA системой. Графический интерфейс системы позволяет отобразить мнемосхемы, представляющие технологические схемы промышленного процесса полимеризации стирола в реакторах с перемешивающими устройствами, измерительные приборы, показывающие технологические параметры в каждом реакторе [14,15].

С помощью программного комплекса SCADA Trace Mode создается диалоговое окно для выбора уровня сложности технологического проекта, записываются таблицы для хранения в базу данных с технологического процесса и расчетных данных оптимальных параметров процесса. Создается графический экран с привязкой к базам данных. Запущенный проект выглядит следующим образом.

Выводы. Предложена методология разработки математических моделей промышленных процессов на базе измерений основных технологических параметров процесса. Для оценки коэффициентов таких моделей наиболее целесообразным является вышеизложенный метод построения оценок с использованием алгоритмов Юла-Уокера, где в качестве критерия служит функция разности прогнозируемых значений переменных от наблюдаемых.

Такой подход является достаточно современным и позволяет на их основе строить информационные системы управления в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Малкин А.М,. Вольфсон С.А., Кулезнев В. Н. Файдель Г.И. Полистирол. - М.: Химия, 1975.- С.104-106.

[2] Оспанова А.О. Методы получения оценок параметров стохастической модели каскада полимеризационных реакторов на базе алгоритмов Юла-Уокера. – Киев: Изд. Наукова Думка, 1979.- 65с.

[3] Цыбин Ю.С., Кулакова К.А., Перин Н.А., Коновалова О.И. Некоторые кинетические закономерности непрерывной полимеризации стирола в массе. // Пластмассы. – 1974. - №6.- 10с.

[4] Ospanova A., Berdieva M. Identification Methods Of Industrial Reactors.I International Conference on Mathematical Sciences & Computer Engineering ICMSCE 2012(ICMSCE 2012) Malaysia. 29 - 30 Nov. *www.sandkrs.com* ISBN: 978-967-11414-1-0, 2012.- С.129-131

[5] Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. - М.: Мир, 1974.- Вып.1. – С. 72-74.

[6] Оспанова А.О., Бердиева М.А. Информационная система управления промышленными процессами //«ҚазҰТУ Хабаршысы – Вестник КазНТУ» - ISSN 1680-9211. -№2 (96) - 2013 - С. 76-81.

[7] Aiman Ospanova, Nurzak Duisenov, New Approach to Modeling Polystyrene Production Process// ICheaP12 International Conference on Chemical and Process Engineering. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, - Milan, - 19-22 May 2015 - VOL. 43,- 2015, - p.1759-1764.

[8] Безусяк Ю.Л., Саулова Л.В., Оспанова А.О. Разработка и внедрение АСУ в химической промышленности. – Киев: Изд. Знание, 1978. - 22с.

[9] Григорьев И.В., Михайлова Т.А., Мустафина С.А. О численном алгоритме метода вариаций в пространстве управлений // Фундаментальные исследования. - 2015. - № 5-2. - С. 279-283.

[10] Григорьев И.В., Мустафина С.А. Нахождение оптимального программного управления методом итераций // Путь науки. - 2015. - № 5 - (15). - С. 10-13.

[11] А.Э.Софиев, А.О. Оспанова, Управление экзотермическими реакторами полимеризации, // Вестник Национальной инженерной академии РК. - №2 (56). - 2015 - с.22-26.

[12] А.О.Оспанова, Н.Ж.Дуйсенов, М.Ж.Кошкинбаева, А.О.Толеманова. Задачи оптимизации химических реакторов производства полимерных пластиков, //Вестник КазНИТУ, - Алматы. - 2017. - №3. - с.55-58.

[13] Боровицкая Е.А. Санкт-Петербургский государственный технологический институт, Компьютерное моделирование процесса полимеризации стирола, University Stars – 2017. = с.36.

[14] Оспанова А.О., Толепбаев А.Е., Тунгышбаева А.Создание информационных систем управления на базе SCADA Trace Mode. //Труды международной научно-практической конференции «Ауезовские чтения 13 Нурлы жол». - Шымкент - 2015. - Том 9. - с.228-232.

[15] Ospanova A. O., Duisenov N.Zh., Koshkinbaeva M.Zh. Identification of the mathematical model of styrene polymerization. //III International conference Industrial technologies and engineering (ICITE 2016). - M. Auezov South Kazakhstan State University. - Shymkent. - 2016. - p.250-257.

Оспанова А.О., Дуйсенов Н.Ж., Кошкинбаева М.Ж.

Ақпаратты басқару жүйесіне арналған өндірістік стирол полимеризациясының математикалық моделі

Басқару жүйелерінде қолдануға арналған математикалық модельдерді жасау әдісі ұсынылған. Модельдеу нысаны болып стиролды полимерлеудің өндірістік процесі табылады. Модельдеу әдісі Юле-Уокер алгоритмдеріне негізделген.

Өнеркәсіптік процестерді басқарудың ақпараттық жүйесін әзірлеу үшін стиролды полимеризациялау процесін бақылаудың ақпараттық жүйесі үшін Мастер SCADA, Trace Mode пакеті пайдаланылды.

Стиролды полимерлеудің өндірістік процесін басқаруға арналған ақпараттық жүйені аспаптық қолдау SCADA Trace Mode жүйесіне негізделген.

УДК524.832

N. K. Amangeldi, **A. B. Altaybayeva, O.V. Razina, P. Yu. Tsyba, B. Meirbekov**
(L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan)

STATIC SPHERICALLY SYMMETRIC SOLUTIONS FOR A SUBCLASS OF HORNDESKI MODELS

Abstract. In this article, we will find some exact spherically symmetric solutions in the subclass of the Horndeski gravity and analyze them. Found the parameters of the slow roll $\varepsilon(\phi)$ and $\eta(\phi)$. For the canonical slow rolling of the scalar field, we found the spectral index of perturbations of the curvature n_s and the scalar tensor relation r_s. We plotted the graphs of the dependence on the coordinate r.

Key words: Horndeski gravity, equation of motion, SSS solution, slow roll, scalar field

Introduction. Evidence that our Universe has eperienced a period of strong accelerated expansion after the Big Bang and the dark energy problem may indicate that our Universe is explained by the theory of gravity, which differs from the General Theory of Relativity. Einstein's theory can be changed in several ways. Einstein's theory can be changed there are a number of measurements different from four vector fields, except the metric tensor, or by applying some combinations of curvature invariants inside a gravitational action. If, on the one hand, the introduction of new degrees of freedom into the theory allows us to reproduce a huge variety of cosmological scenarios, on the other hand, the field equations are at risk to become very involved and may have a higher derivative. This fact brings to several consequences. Moreover, despite the fact that the motives for alternative theories are mainly cosmological, one cannot ignore the effects of a GR modification on a local scale. In particular, the problem of finding spherical solutions other than the Schwarzschild metric is a difficult task, since for a simplified model of a modified gravity, the equations of motion are much more complicated than those of GR. These solutions may demonstrate new features missing from the GR and the GR formalism may need new wording.

On the other hand, modified theories of gravity, where the field equations are on the second order as in GR deserves great interest. For example, the most common models built with the metric tensor and gives second-order differential equations in an arbitrary number Spatio-temporal measurements are known as Lochlock's theories.

In 1971, Horndeski found a general class of scalar-tensor gravity models where the equations of motion appear in the second order. Lagrangian Horndeski is rather complicated and contains the connection of the scalar field with several curvature invariants and in recent years has been investigated in many papers in the context of early inflation [1, 2].

We use units of $\kappa_B = c = \hbar = 1$ and set Planck Mass as $\frac{8\pi}{M_{Pl}^2} = 1$ [3].

The most common scalar-tensor gravitational models, in which the equations of motion are of the second order, as in GR [4, 5], belong to the class of theories of gravitation by Hornedeski [6,7], whose action is determined by,

$$I = \int d^4x\sqrt{-g}[\frac{R}{2} + \mathrm{L}_H], \mathrm{L}_H = \sum_{i=1}^{5}\mathrm{L}_i, \tag{1}$$

with

$$\begin{aligned} \mathrm{L}_2 &= P(\phi, X), \\ \mathrm{L}_3 &= -G_3(\phi, X)\mathrm{W}\phi, \\ \mathrm{L}_4 &= G_4(\phi, X)R + G_{4,X}[(\mathrm{W}\phi)^2 - (\nabla_\mu\nabla_\nu\phi)(\nabla^\mu\nabla^\nu\phi)], \\ \mathrm{L}_5 &= G_5(\phi, X)G_{\mu\nu}(\nabla^\mu\nabla^\nu\phi) - \frac{1}{6}G_{5,X}[(\mathrm{W}\phi)^3 - \\ &\quad - 3(\mathrm{W}\phi)(\nabla_\mu\nabla_\nu\phi)(\nabla^\mu\nabla^\nu\phi) + 2(\nabla^\mu\nabla_{\beta\phi})(\nabla^\beta\nabla_{\mu\phi})]. \end{aligned} \tag{2}$$

In our article we will consider the case $G_4(\phi, X) \propto \sqrt{|X|}$, namely

$$I = \int dx^4\sqrt{-g}[\frac{R}{2} + P(\phi, X) + \alpha\sqrt{|X|}R + \frac{\alpha}{2\sqrt{|X|}}(\frac{|X|}{X})[(\mathrm{W}\phi)^2 - (\nabla_\mu\nabla_\nu\phi)(\nabla^\mu\nabla^\nu)]], \tag{3}$$

which corresponds to

$$G_4(\phi, X) = \alpha\sqrt{|X|}, \quad G_3(\phi, X) = G_5(\phi, X) = 0, \tag{4}$$

where α is a constant.

A general spherically symmetric static solution is described by the metric

$$ds^2 = -A(r)dt^2 + \frac{dr^2}{B(r)} + r^2(d\theta^2 + sin^2\theta d\phi^2), \tag{5}$$

where $A(r)$ and $B(r)$ are functions of the radial coordinate r. As a consequence, $\phi \equiv \phi(r)$ and $X \equiv X(r)$ such that

$$X = -B(r)\frac{\phi^2}{2}, \tag{6}$$

where the prime index denotes the derivative with respect to r and the field is real, namely $0 < \phi'^2$ [8].

We can write the type of the covariant components of the metric tensor $g_{\mu\nu}$ as follows

$$g_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} -A(r) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{B(r)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r^2\sin^2\theta \end{pmatrix}. \tag{7}$$

Covariant components of the metric tensor $g_{\mu\nu}$ correspond to countervariant components by the formula

$$g^{\mu\nu} = \frac{\Delta_{\mu\nu}}{g}, \tag{8}$$

where $g = \| g_{\mu\nu} \|$ and $\Delta_{\mu\nu}$ - algebraic complement of the corresponding matrix element.

The contravariant metric tensor $g^{\mu\nu}$ is

$$g^{\mu\nu} = \begin{pmatrix} -A^{-1}(r) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & B(r) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r^{-2}\sin^{-2}\theta \end{pmatrix}. \tag{9}$$

Using

$$R = g^{ik}R_{ik} \tag{10}$$

we calculate the scalar curvature of space. Finally, we get the following expression

$$R = -\frac{A'B'}{2A} - \frac{A''B}{A} - \frac{2A'B}{Ar} + \frac{A'^2B}{2A^2} - \frac{2B'}{r} - \frac{2B}{r^2} + \frac{2}{r^2}. \tag{11}$$

The Equations of motion (EOMs) are derived from the action, whose on-shell form for the metric (5) is given by

$$\begin{aligned} I = \quad & \int dx^4 [\frac{1}{4A(r)^2}\sqrt{\frac{A(r)}{B(r)}}(r^2B(r)A'(r)^2(\sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)}\phi'(r)+1) - \\ & -rA(r)(2\sqrt{2}\alpha r\sqrt{B(r)}A'(r)B'(r)\phi'(r) + rA'(r)B'(r) + \\ & +2\sqrt{2}\alpha B(r)^{\frac{3}{2}}(rA''(r)\phi'(r) + A'(r)(r\phi''(r) + 4\phi'(r))) + 2B(r)(rA''(r) + 2A'(r))) - \\ & -4A(r)^2(\sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)}(2rB'(r)-1)\phi'(r) + rB'(r) + 2\sqrt{2}\alpha B(r)^{\frac{3}{2}}(r\phi''(r) + \phi'(r)) + \\ & +B(r) - P(\phi, X)r^2 - 1))]. \end{aligned} \tag{12}$$

After integration by parts, we are able to recast the Lagrangian in a standard form where only the first derivatives of the metric appear, namely,

$$I = \int dx^4 \sqrt{\frac{A(r)}{B(r)}}(1 + B(r) + B(r)r(\frac{A'(r)}{A(r)}) + \sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)\phi'(r)^2} + r^2P(\phi, X)) + I_B. \tag{13}$$

Here, the boundary term [9] is given by

$$I_B = -\sqrt{\frac{A(r)}{B(r)}}(\frac{1}{2} + \frac{\alpha\sqrt{B(r)\phi'(r)^2}}{\sqrt{2}})(4B(r)r + \frac{A'(r)B(r)r^2}{A(r)})\Big|_{\partial_M}. \tag{14}$$

The variations with respect to the metric functions $A(r)$ [10,11],

$$1 - B(r) - B'(r)r + \sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)\phi'^2} = -r^2P(\phi, X). \tag{15}$$

We also got a variation with respect to the metric function $B(r)$

$$-1 + B(r)(1 + r\frac{A'(r)}{A(r)}) = r^2P(\phi, X) + r^2P_X(\phi, X)\phi'^2B(r). \tag{16}$$

Moreover, the variation with respect to the field reads

$$P_{\phi}(\phi, X) + \frac{2B(r)}{r}\phi' P_X(\phi, X) + \frac{B'(r)\phi'}{2} P_X(\phi, X) + B(r)\phi'' P_X(\phi, X) +$$
$$+ \frac{A'(r)}{2A(r)\phi'}[-\frac{\alpha\sqrt{2B(r)\phi'^2}}{r^2} + B(r)\phi'^2 P_X(\phi, X)] + B(r)\phi'^2 P_{X\phi}(\phi, X) - \quad (17)$$
$$-\frac{1}{2} B(r)B'(r)\phi'^3 P_{XX}(\phi, X) - B^2(r)\phi'^2\phi'' P_{XX}(\phi, X) = 0.$$

We will consider the case [12]

$$P(\phi, X) \Rightarrow P(\phi). \quad (18)$$

And we get the following variations

$$1 - B(r) - B'(r)r + \sqrt{2}\alpha\sqrt{B(r)\phi'^2} = -r^2 P(\phi). \quad (19)$$

$$-1 + B(r)(1 + r\frac{A'(r)}{A(r)}) = r^2 P(\phi). \quad (20)$$

And

$$P_{\phi}(\phi) - \frac{A'(r)\alpha\sqrt{2B(r)\phi'^2}}{2A(r)\phi' r^2} = 0. \quad (21)$$

Example 1. We will consider a special case, where

$$P(\phi) = V(\phi) = \phi, B(r) = r^2. \quad (22)$$

Thus, Eqs. (19), (20) and (21) reads

$$1 - 3r^2 + \sqrt{2}\alpha r\phi' = -r^2\phi. \quad (23)$$

$$-\frac{1}{r^2} + 1 + \frac{A'(r)}{A(r)} = \phi. \quad (24)$$

$$\frac{A'(r)\alpha}{\sqrt{2}A(r)r} = 1. \quad (25)$$

From Eq. (25) we have

$$A(r) = \exp[\frac{\sqrt{2}}{\alpha}(\frac{r^2}{2} + A_0)]. \quad (26)$$

And also from Eq. (24) we get the following solution for ϕ

$$\phi = 1 + \frac{1}{r^2} + \frac{\sqrt{2}r}{\alpha}. \quad (27)$$

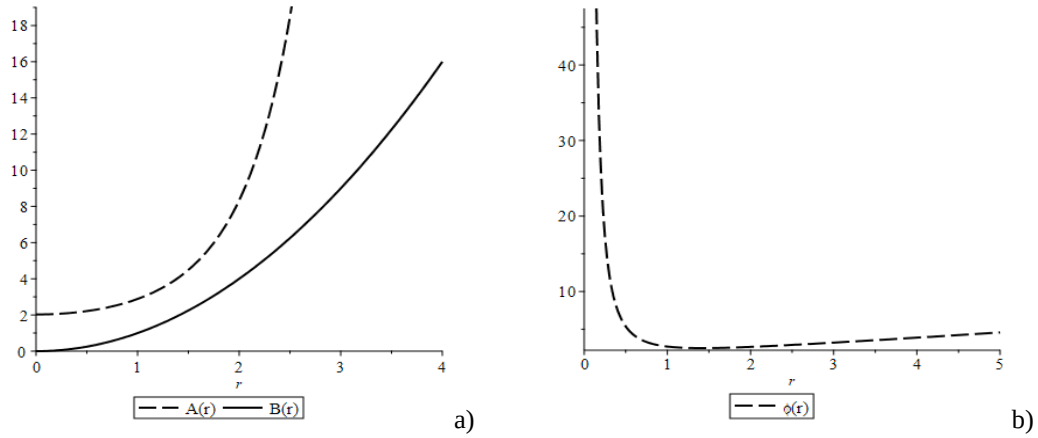


Fig. 1. Graphs of the functions $A(r)$, $B(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r, where $\alpha = 1$

In Fig. 1, we can see the dependence of functions $A(r)$, $B(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r. As we can see in Fig. 1 (b), the scalar field slowly rolls down at $r \to \infty$.

Now let's define the parameters of the slow roll as follows

$$\varepsilon(\phi) = \frac{1}{2}\left(\frac{V'}{V}\right)^2, \eta(\phi) = \frac{V''}{V}, \tag{28}$$

where the first determines the slope of the potential and the second is curvature. For the emergence and continuation of the inflationary stage, it is necessary that these parameters be in the region

$$\varepsilon(\phi) << 1, \tag{29}$$

$$|\eta(\phi)| << 1. \tag{30}$$

It should be noted that η does not have to be small for inflation to take place. Inflation occurs when condition (29) is satisfied, regardless of the value of η. Compliance with conditions (29) and (30) means that the change in ε in the area under consideration is extremely small. When the parameters of the slow rolling take the values $\varepsilon(\phi) \approx 1$ and $\eta(\phi) \approx 1$, then there is a way out of the inflationary stage [13].

Finally, for the canonical slowly rolling field, the spectral index of perturbations of the n_s curvature and the scalar-tensor relation r_s can be determined using the parameters of slow rolling

$$n_s \cong 1 - 6\varepsilon + 2\eta, \tag{31}$$

$$r_s \cong 16\varepsilon. \tag{32}$$

For the Example 1, we get from Eq. (28)

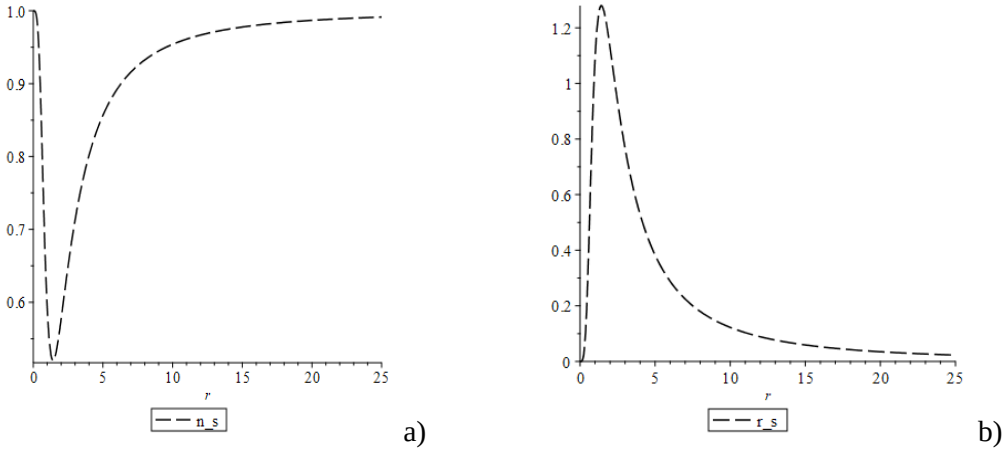
$$\varepsilon(\phi) = \frac{1}{2\phi^2}, \eta(\phi) = 0. \tag{33}$$

And from equations (31) and (32) taking into account (27) and (33) we get the following results for n_s and r_s

$$n_s = 1 - \frac{3}{\left(1 + \frac{1}{r^2} + \frac{\sqrt{2}r}{2}\right)^2}, \tag{34}$$

$$r_s = \frac{8}{\left(1 + \frac{1}{r^2} + \frac{\sqrt{2}r}{2}\right)^2}. \tag{35}$$

Now let's build a graph of the dependence of these parameters on the radial coordinate r



a) b)

Fig. 2. Graphs of the parameters n_s and r_s on the radial coordinate r, where $\alpha = 2$

In Fig. 2 shows the dependence of the parametres n_s and r_s on the radial coordinate.

Example 2. Let us taking the non-canonical form [2]

$$P(\phi, X) = \sqrt{|X|}. \tag{36}$$

Equations (15), (16) yield

$$2 - 2B(r) - 2rB'(r) + 2\alpha\sqrt{2B(r)\phi'^2} + r^2\sqrt{2B(r)\phi'^2} = 0, \tag{37}$$

$$-1 + B(r) + \frac{B(r)rA'(r)}{A(r)} = 0, \tag{38}$$

with the implicit solutions

$$2 - 2B(r) - 2rB'(r) + \sqrt{2B(r)\phi'^2}(2\alpha + r^2) = 0,$$

$$2B(r)\phi'^2 = \frac{(2B(r) + 2rB' - 2)^2}{(2\alpha + r^2)^2},$$

$$\phi' = \frac{\sqrt{2}(-1 + B(r) + rB'(r))}{\sqrt{B(r)(4\alpha^2 + 4\alpha r^2 + r^4)}}, \tag{39}$$

$$A = A_0 \exp \int \frac{1-B(r)}{B(r)r} dr\,. \tag{40}$$

Here, A_0 must be a positive constant and will be fixed as $A_0 = 1$. If we plug the expressions above in (17), we obtain

$$-2\alpha - r^2 + (2\alpha - 3r^2)B(r) = 0, \tag{41}$$

which leads to

$$B(r) = \frac{2\alpha + r^2}{2\alpha - 3r^2}, \tag{42}$$

such that

$$A(r) = \frac{1}{(2\alpha + r^2)^2}, \tag{43}$$

$$\phi(r) = \pm \int \frac{12\sqrt{2}r^2(2\alpha - r^2)}{\sqrt{\frac{(r^2+2\alpha)^3}{-3r^2+2\alpha}}(3r^2-2\alpha)^2} dr. \tag{44}$$

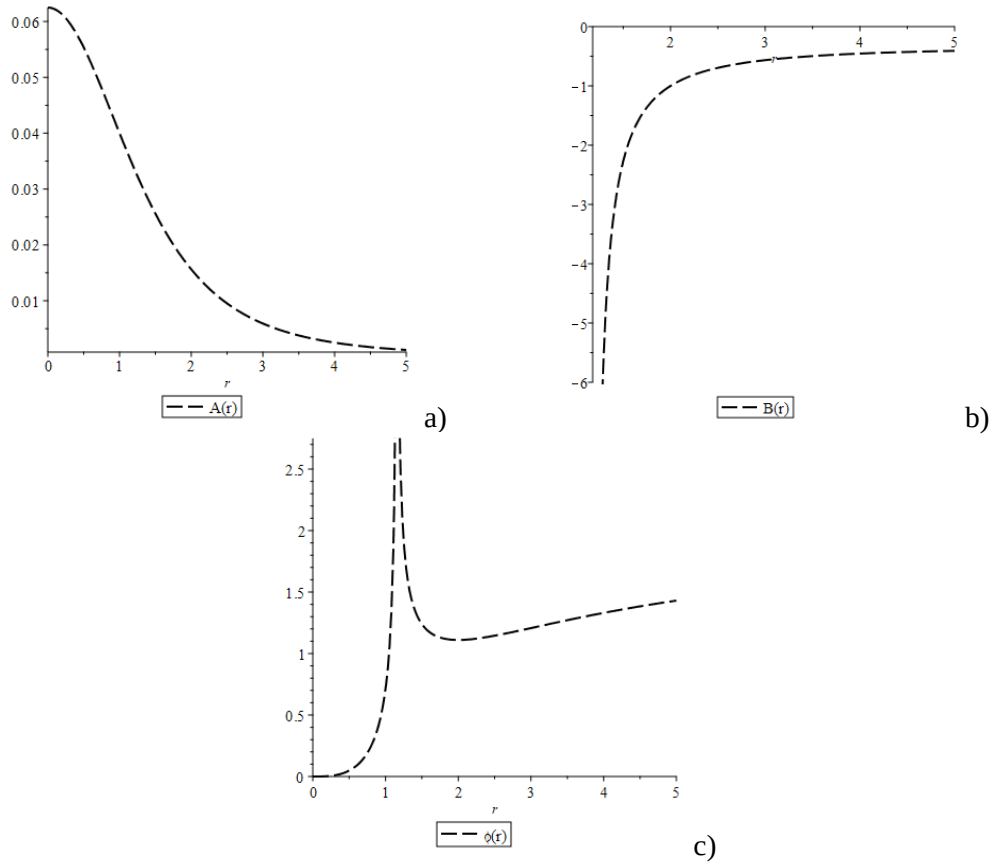


Fig. 3. Graphs of the functions $A(r)$, $B(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r, where $\alpha = 2$

In Fig. 3 shows the dependence of the functions $A(r)$, $B(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate.

Example 3. Let consider the case where

$$P(\phi) = V(\phi) = \phi^2, \quad B(r) = e^r. \tag{45}$$

Equations (19), (20), (21) yield

$$1 - e^r + e^r r + \sqrt{2}\alpha\sqrt{e^r \phi'(r)^2} = -r^2\phi(r)^2, \tag{46}$$

$$-1 + e^r\left(1 + r\frac{A'(r)}{A(r)}\right) = r^2\phi(r)^2, \tag{47}$$

$$\frac{A'(r)}{A(r)}\frac{\alpha\sqrt{2e^r}}{2r^2} = 2\phi(r). \tag{48}$$

From (48) obtain

$$A(r) = A_0 e^{\int \frac{2\phi(r)\sqrt{2}r^2}{\alpha\sqrt{e^r}}}. \tag{49}$$

And from (47) we found

$$\phi(r) = \frac{e^r\sqrt{2}r^2 + \sqrt{(2r^4 - \alpha^2)e^{2r} - e^r\alpha^2}}{\alpha\sqrt{e^r}\,r}. \tag{50}$$

Finally we calculate expression for $A(r)$

$$A(r) = A_0 e^{\frac{2\sqrt{2}}{\alpha^2}\int (r(\sqrt{2}r^2 + \sqrt{(2r^4 - \alpha^2)e^{2r} - e^r\alpha^2}))dr}. \tag{51}$$

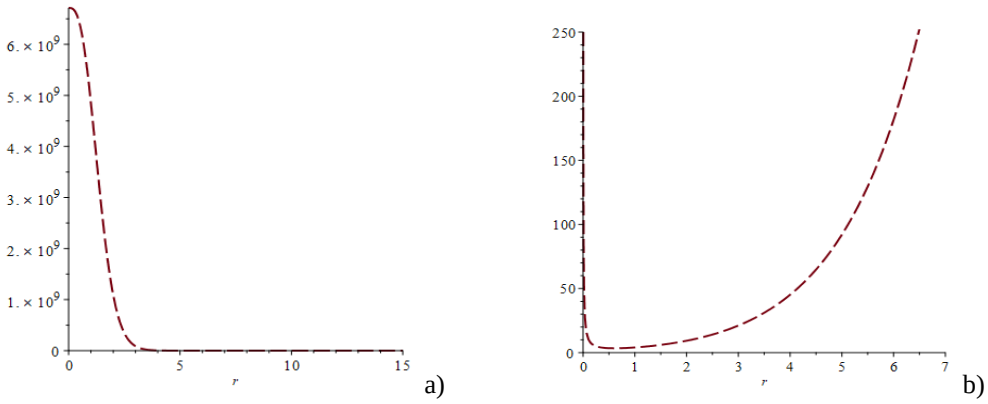


Fig. 4. Graphs of the functions $A(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r, where $\alpha = 2$

In Fig. 4, we can see the dependence of functions $A(r)$ and $\phi(r)$ on the radial coordinate r. As we can see in Fig. 4(a) the scalar field slowly rolls down at $r \to \infty$.

For the Example 3, we get from Eq. (28)

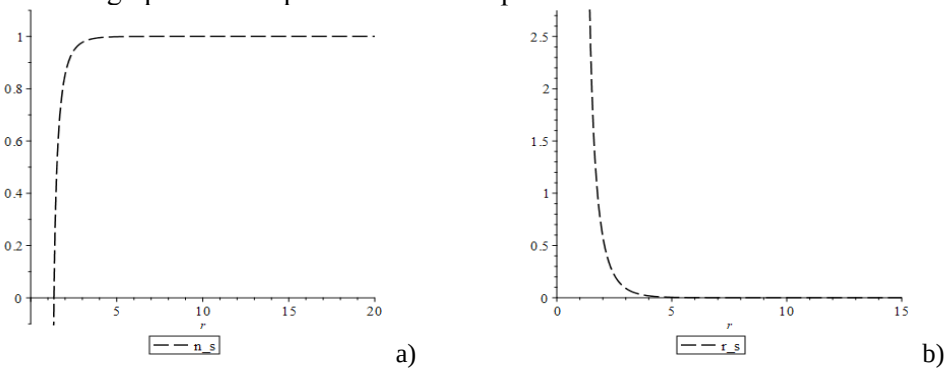
$$\varepsilon(\phi) = \frac{2}{\phi^2}, \eta(\phi) = \frac{2}{\phi^2}. \tag{52}$$

And from Eq. (31) and (32) taking into account (50) and (52) we get the following results for n_s and r_s

$$n_s = 1 - \frac{8}{\phi^2}, \tag{53}$$

$$r_s = \frac{32}{\phi^2}. \tag{54}$$

Now let's build a graph of the dependence of these parameters on the radial coordinate r



a) b)

Fig. 5. Graphs of the parameters n_s ans r_s on the radial coordinate r, where $\alpha = 2$

In Fig. 5 shows the dependence of the parametres n_s and r_s on the radial coordinate.

The theory of Hordeski gravity is the most common scalar-tensor theory of gravity with second-order equations, in which there are no instabilities. The theory of Hordeski gravity allows to solve a number of problems of the General Theory of Relativity, for example, the accelerated expansion of the Universe. In our work, we found static spherically symmetric solutions for a subclass of Horndeski models. It has been shown that Horndeski gravity can give correct predictions for the spectra of the rotation curves of galaxies [14,15].

Found the parameters of the slow roll $\varepsilon(\phi)$ and $\eta(\phi)$. For the canonical slow rolling of the scalar field, we found the spectral index of perturbations of the curvature n_s and the scalar tensor relation r_s. We plotted the graphs of the dependence on the coordinate r.

REFERENCES

[1] Nojiri S., Odintsov S. Unified cosmic history in modified gravity: from F(R) theory to Lorentz non-invariant models // Physics Reports. – 2011. - V.505. - P.59-144.

[2] Cai Y., Capozziello S., Laurentis M., Saridakis E. f(T) teleparallel gravity and cosmology // Reports on Progress in Physics. – 2016. – V. 79, N10. – P. 106901.

[3] Babichev E., Charmousis C., Lehebel A. Asymptotically flat black holes in Horndeski theory and beyond // JCAP. – 2017. – 1704. - P.10-15.

[4] Criscienzo R. Di., Myrzakulov R., Sebastiani L. Looking for empty topological wormhole spacetimes in F(R)-modified gravity // IOP. – 2013. - №23.

[5] Calzà M., Rinaldi M., Sebastiani L. A special class of solutions in F(R)-gravity // The EPJ. - 2018.

[6] Rabochaya Y., Zerbini S. A note on a mimetic scalar–tensor cosmological model // The EPJ. – 2016. - 76:85.

[7] Sakstein J., Jain B. Implications of the Neutron Star Merger GW170817 for Cosmological Scalar-Tensor Theories // Phys. Rev. Lett. – 2017. – 119. – 251303.

[8] Cisterna A., Erices C. Asymptotically locally AdS and flat black holes in the presence of an electric field in the Horndeski scenario // Phys. Rev. – 2014. - D 89 084038.

[9] Cisterna A., Delsate T., Rinaldi M. Neutron stars in general second order scalar-tensor theory: The case of nonminimal derivative coupling // Phys. Rev. – 2015. - D 92, 044050

[10] Sebastiani L. Static Spherically Symmetric solutions in a subclass of Horndeski theories of gravity // International Journal of Geometric Methods in Modern Physics. – 2018. - №15. - P.5-20.

[11] Padilla A., Sivanesan V. Boundary terms and junction conditions for generalized scalar-tensor theories // Journal of High Energy Physics. – 2012. - №122. - P.3-4.

[12] Maselli A., Silva H., Minamitsuji M., Berti Slowly rotating black hole solutions in Horndeski gravity // Phys. Rev. – 2015. - P.10-14.

[13] Ezquiaga J., Zumalacrregui M. Dark Energy after GW170817: dead ends and the road ahead // Physical Review Letters. – 2017. - №119. - P.7-12

[14] Amangeldi N. K. Dynamics of the expanding Universe in the Horndeski gravity // Gylym jane Bilim-2019. – 2019. - P.2-3.

[15] Carlip S. Black hole thermodynamics // International Journal of Modern Physics. - 2014 - V.23. - №11. - P.3-4.

Амангелді Н.Қ., Алтайбаева А.Б., Разина О.В., Цыба П.Ю., Меирбеков Б.

Хорндески мдельдерінің ішкі кластары үшін орнықты-сфералық симметриялық шешімдер

Түйіндеме. Біз бұл статьяда Хорндески гравитациясындағы сфералық симметриялық дәл шешімдерді таптық және анализ жасадық. Сондай-ақ, бұл шешімдер үшін $\varepsilon(\phi)$ және $\eta(\phi)$ әлсіз сырғанау параметрлерін таптық. Скаляр өріс үшін канондық әлсіз сырғанау параметрлері үшін n_s қисықтық ауытқуының спектральды инедексін және r_s скаляр-тензор байланысын есептедік. r радиалды координатаға тәуелді графиктерді тұрғыздық.

Түйін сөздер: Хорндески гравитациясы, қозғалыс теңдеуі, орнықты сфералық симметриялық шешімдер, әлсіз сырғанау, скаляр өрісі

Амангельды Н.К., Алтайбаева А.Б., Разина О.В., Цыба П.Ю., Меирбеков Б.

Статично-сферические симметричные решения для подкласса моделей хорндески

Резюме. В статье мы нашли некоторые точные сферические симметричные решения в подклассе гравитации Хорндески и анализировали их. Также нашли параметры медленного скатывания $\varepsilon(\phi)$ и $\eta(\phi)$. Для канонического медленного скатывания скалярного поля мы нашли спектральный индекс возмущения кривизны n_s и скалярно-тензорную связь r_s. Построили графики завсимости от радиальной координаты r.

Ключевые слова: Гравитация Хорндески, уравнение движения, статично-сферические симметричные решения, медленное скатывание, скалярное поле

УДК 517.927.4

R.S.Ysmagul , A.O Karim, Zh.R.Khamitbekov
(Kostanay State University named after A.Baitursynov,
Kostanay, Kazakhstan, e-mail: ismagulr@mail.ru)

SOLUTION OF A DIFFERENTIAL EQUATION OF THE FIRST ORDER IN THE HILBERT SPACE

Abstract. The only solution for the Cauchy problem is that of continuous dependence on the initial conditions and parameters. Unfortunately, not all of them are transferred to the infinite-dimensional case. Thus, for example, one of the strongest existence theorems, the Peano theorem, is true only in finite-dimensional Banach spaces. The purpose of the article is to show that in the Hilbert space the Peano theorem is not true, that is, it cannot be transferred to the infinite-dimensional case. To do this, we give an example of an autonomous first-order differential equation with a continuous right-hand side, which has exactly one solution for any initial condition, but no stability solution for relatively small perturbations of the initial condition. Studying the properties of spaces and studying examples, we can assume that any foundation can be created in a Banach space of infinite size.

Key words. Peano theorem, Banach space, Cauchy problem, Hilbert space.

Р.С.Ысмағұл , А.О.Кәрім, Ж.Р.Хамитбеков
(А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті,
Қазақстан, Қостанай қаласы. e-mail: ismagulr@mail.ru)

ГИЛЬБЕРТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ БІРІНШІ РЕТТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТЕҢДЕУДІҢ ШЕШІМІ

Андатпа: Коши есебінің шешімінің жалғыз болуы бастапқы шарт пен параметрлерге үздіксіз тәуелді. Бірақ, өкінішке орай, барлығы дерлік шексіз өлшемге көшкен жоқ. Сондай теоремалардың бірі - Пеано теоремасы тек қана банах кеңістігіне ғана жарамды болып табылды. Мақаланың мақсаты - Пеано

теоремасының l_2 гильберт кеңістігінде дұрыс еместігін, яғни шексіз жағдайға ол көшпейтіндігін көрсету болып табылады. Ол үшін l_2 кеңістігінде оң жақ бөлігі үзіліссіз, кез келген бастапқы шартпен нақты бір шешімі бар бірінші ретті дифференциалды теңдеуге мысал келтіреміз. Бірақ есептің тұрақтылығы бастапқы шарттан салыстырмалы түрде аз тәуелді. Кеңістіктердің қасиеттерін қарастырып, қарастырылған мысалдар арқылы кез келген базисті, шексіз өлшемді банах кеңістігінде құрылуы мүмкін екендігі қарастырылады.

Кілтті сөздер: Пеано теоремасы, банах кеңістігі, гильберт кеңістігі, Коши есебі

КІРІСПЕ

Гильберт кеңістігіндегі дифференциалды теңдеулер теориясы көптеген зерттеушілердің назарын аударды. Олар нақты теориямен қатар,оның қосымшаларын да зерттеумен айналысты. XX ғасырдың 50-ші жылдары осындай теңдеулердің қосымшаларын зерттеу жұмыстары ғылым мен техниканың әр түрлі салаларында қолданыла бастады. Механиканың, физиканың, биологияның, медицинаның және экономиканың облыстарында гильберт кеңістігіндегі дифференциалды теңдеулер теориясын қолдану қарқын алды.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

X банах кеңістігіндегі

$$x' = f(t,x),\ x(t_0) = x_0, \tag{1}$$

Коши есебін қарастырайық, мұндағы $f(t,x)$- E кеңістігіндегі $l \times E$ тәуелді үзіліссіз функция, l – шексіз немесе шектеулі негізгі осьтың кесіндісі, E – X кеңістігінің ашық жиыны.

$X = R^n$ болғанда шешімнің бар болуы үшін оның бірегейлігі, бастапқы шарттар мен параметрлерге үздіксіз тәуелділігі жеткілікті шарт. Бірақ олардың барлығы да шексіз өлшемгекөшкен жоқ. Мысалғы, ең күшті теоремаларының бірі, Пеано теоремасы тек қана өлшемді банах кеңістіктерінде ғана жарамды [1].

Соңғы өлшемді жағдайда, үздіксіз тәуелділіктің теоремасын қарастырайық.

Теорема [2]. $(t_0, x_0) \in I \times E$ әрбір бастапқы шарттар үшін Коши есебі (1) I кеңістігінде $x(t) = \xi(t, t_0, x_0)$ жалғыз шешімі болсын дейік. Онда $\xi(t, t_0, x_0)$ функциясы $t_0 \in I, t \in I$ болған жағдайда x_0 бойынша үзіліссіз. Мақаланың негізгі мақсаты – бұл теореманың l_2 гильберт кеңістігінде дұрыс еместігін көрсету, яғни шексіз жағдайға ол көшпейді. Ол үшін l_2 кеңістігінде оң жақ бөлігі үзіліссіз, кез келген бастапқы шартпен нақты бір шешімі бар бірінші ретті дифференциалды теңдеуге мысал келтірейік, бірақ есептің тұрақтылығы бастапқы шарттан салыстырмалы түрде аз тәуелді.

Әдеттегідей, канондық базисті $\{e_n\}_1^\infty$ арқылы белгілейтін боламыз, ал $\langle x, y \rangle$ - скалярлық көбейтінді, сондақтан $x \in l_2$ әрбір элементі $x = \sum \langle x, e_n \rangle e_n$ түрінде ұсынылады.

$$b_1 > a_1 > b_2 > a_2 > \ldots$$

түріндегі сандық тізбекті құрайық, мұндағы $a_n = 1/(2n+1),\ b_n = 1/2n$ және әрбір n үшін $q_n(\eta): R^+ \to [0,1]$ үзіліссіз функциясын анықтаймыз, $0 \le \eta \le a_n$ болғандағы нольге, $\eta \le b_n$ болған жағдайда 1-ге теңестірілген және $[a_n, b_n]$ кеңістігінде сызықты. Ары қарай l_2 кеңістігінде $Q(x)$ бейнеленуін $Q(x) = \sum_{n=1}^{\infty} q_n(\|x\|)\langle x, e_n \rangle e_n$ формуласымен бейнеленуін анықтаймыз.

$Q(x)$ бейнеленуінің қасиеттерін алдағы зерттеулер үшін маңыздылығын қарастырайық:

1) $Q(x)$ функциясы l_2 үшін үзіліссіз және $l_2 \setminus \{0\}$ локалды;

2) егер $\|x\| \ge b_1$, онда $Q(x) = x$;

3) егер $\|x\| \ge b_n$, және $\langle x, e_k \rangle = 0,\ 1 \le k \le n-1$, онда $Q(x) = x$;

4) егер $\|x\| \le a_n$, онда $\langle Q(x), e_k \rangle = 0,\ 1 \le k \le n.$[2]

Теңдеудің қажетті қасиеттерімен анықтаймыз:

$$\frac{dx(t)}{dt} = F(x(t)),\ \ x(t) \in l_2,\ \ \ t \in R, \tag{2}$$

мұндағы $x \neq 0$ болғандағы $F(x) = Q(x)/\sqrt{\|x\|}$ және $x = 0$ болғандағы $F(x) = 0$.

(2) теңдеуінің кез келген бастапқы шартарында барлық осьте жалғыз ғана шешім және глобалды болатынын көрсетеміз. Ол үшін (2) теңдеуінің келесі қасиеттерін байқаймыз:

5) (2) теңдеуінің бірінші бөлігі барлық l_2 үшін үзіліссіз және $l_2 \setminus \{0\}$ локалды;

6) (2) теңдеуінің ешқандай екі әртүрлі шешімі болмағандықтан, l_2 кеңістігі ноль арқылы өтпейді, қиылыспайды; (5 қасиеттен шығады);

7) егер $x(t)$ (2) теңдеуінің шешімі глобалды және локалды болса, онда $\|x(t)\|$ t өспейді (шынында, $x_n'(t) = q_n(\|x(t)\|)x_n(t)$ және $q_n(\|x(t)\|) \ge 0$ болғандықтан, $|x_n(t)| \equiv |\langle x(t), e_n \rangle|$ кез келген n функциясы өспейді;

8) кез келген $t_0 \in R$ және (2) теңдеуінің $x(t_0) = x_0$, $\|x_0\| \ge b_n$ бастапқы шартпен $[t_0, +\infty)$ аралығындағы жалғыз шешімі $1 \le n < +\infty$ және $\langle x_0, e_k \rangle = 0,\ 1 \le k < n-1,\ n \ge 2$ болғанда

$$x(t) = \frac{x_0\left(t - t_0 + 2\sqrt{\|x_0\|}\right)^2}{4\|x_0\|}$$

(6,2,3 –қасиеттерден шығады) [3];

9) $\sup\{\|x(t)\| : t \in (a,b)\} < +\infty$ (шынында, егер олай болмаса, онда $\tau \in (a,b),\ \tau \in (a,b)$ болып табылады, онда 8) -мысал бойынша

$$\sup\{\|x(t)\| : t \in (\tau, b)\} < +\infty,$$

7) -ескерсек

$$\sup\{\|x(t)\| : t \in (a,\tau)\} < \|x(\tau)\| < +\infty);$$

10) $x(t)$ шешімін a және b нүктелері үшін жалғастыруға болады. a нүктесі үшін талдау жасайық. 9-қасиеттен және $\|F(x)\| \le \sqrt{\|x\|}$ теңсіздігі $x(t)$ функциясының оң жағынан a нүктесінде шектелген. Оны x^* белгілейміз. Егер $x \neq 0$ болса, онда 5-қасиет бойынша жалғасуы мүмкін. Егер $x = 0$ болса, онда $x(t)$ сол жағынан a нүктесі үшін нолге тепе-тең. $x(t)$ функциясының жалғасын дифференциалдасақ a нүктесі

$$F(x^*) = F\left(\lim_{t \to a+0} x(t)\right) = \lim_{t \to a+0} F(x(t))$$

теңсіздігінен жалғасады. b нүктесі үшінде барлығы осыған сәйкес жасалады.

11) $x(t)$ шешімі барлық осьтің бойымен жалғастыруға болады [3].

Ары қарай, (2) теңдеудің автономдығына байланысты ортақ қасиеттерді жоғалтпай, $t_0 = 0$ нүктесінде бастапқы шарттар орнатамыз. 5, 11 –қасиеттерден (2) теңдеудің жалғыз ғана шешімі бар болғандығынан нөлдік емес бастапқы шарт $(x(0) = x_0 \neq 0)$, ал оның жалғыздығы 6-қасиеттен шығады. $x(0) = 0$ бастапқы шартынан (2) теңдеуі $x(t) \equiv 0$ шешімі болады. Оның жалғыздығын көрсетеміз [4].

$u(0)=0$ бастапқы шартымен $u(t)$ шешімі болсын дейік, бірақ ол нөлге тепе-тең емес. (2) теңдеудің және 7-қасиет көмегімен біз шектемей

$$t \le 0 \text{ болғанда, } u(t)=0,$$

$$t > 0 \text{ болғанда, } \|u(t)\| > 0 \tag{3}$$

ала аламыз. $t_1 > s_1 > t_2 > s_2 > \ldots$ аргументінің мәнін тізбектеп қарастырғанда

$$\|u(s_n)\| = a_{n+n^*}, \ \|u(t_n)\| = b_{n+n^*}, \ n=1,2,...,$$

теңдігінің көмегімен $\lim t_n = \lim s_n = 0$ көреміз, мұндағы

$$n^* = \inf\left\{k : b_k \le \sup_{t\in[0,+\infty} \|u(t)\|\right\}.$$

Қысқартып $n^* = 0$ аламыз. Онда

$$\|u(s_n)\| = a_n, \|u(t_n)\| = b_n, n=1,2,..., \tag{4}$$

аламыз. Кез келген *n* мәнінде 4 қасиет көмегімен және $u(0)=0$ болғандықтан

$$\langle u(t), e_n \rangle = 0, \quad 0 \le t \le t_{n+1} < s_n, \tag{5}$$

теңдігінің болуы заңды. Бұдан 8 және 4 қасиет көмегімен $[t_n,+\infty)$ аралығында шешім $u(t) = u(t_n)\cdot\left(t - t_n + 2\sqrt{b_n}\right)^2 / 4b_n$ түрінде болады. Осыдан 5 қасиет көмегімен $u(t_1)$ векторының барлық компоненттері нолге тең екенін анықтаймыз және бұл нөлдік бастапқы шарт болғанда шешімнің жалғыздығын дәлелдейді [5].

Соңында $x^{(n)}$ тізбегінің бастапқы шартымен $0 = x_0^{(n)} = b_n e_n$ $x^{(n)}(t)$ аламыз және сәйкесінше $x^{(n)}(t)$ тіздегінің шешімі 8-қасиетке сай $[0,+\infty]$ аралығында $x^{(n)} = (t + 2\sqrt{b_n})^2 e_n / 4$ түрде болады. Бұдан $x^{(n)}(t)$ $t>0$ болғанда нөлге ұмтылуы $x_0^{(n)} \to 0$.

ҚОРЫТЫНДЫ

Мақалада қарастырылған мысалдар сәйкесінше кез келген базисті, шексіз өлшемді банах кеңістігінде құрылуы мүмкін.

Алынған нәтежиелер гильберт кеңістігіндегі бірінші ретті дифференциалды теңдеулер теориясын толықтырады және осы теңдеулер көрсетілетін облыстарда ғана қолданылады, оларды дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер теориясында да қарастыру өте өзекті болып табылады. Сонымен қатар университеттердің физика-математика факультетінде оқитын студенттерге арнаулы курс бойынша дәрістер оқу кезінде пайдалануға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Годунов А.Н. О теореме Пеано в банаховом пространствах. // -1975, - С. 39-45

[2] Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. –М.: Мир, -1970. – 720 с.

[3] Пасика Е.Э. Пример диифеременциального уравнения в гильбертовом пространстве. // - Укр. мат. журн. - 1983. № 6. - С. 786–788.

[4] Мишура Ю. С., Шевченко Г. М. Линейные уравнения стохастические экспоненты в гильбертовом пространстве // - Теор. Имовир. Мат. Стат. 2004. -С.123-132.

[5] Шевченко Г. М. Скорость сходимости дискретных аппроксимаций решений стохастических дифференциальных уравнений в гильбертовом пространстве // Теор. Имовир. Мат. Стат. - 2003. –С. 172-183.

[6] Годунов А.Н. Функциональный анализ и его приложения // - 1975, 9, №1, С. 61-62

[7] Шкарин С.А. Теорема Пеано в бесконечномерных пространствах Фреше неверна // Функциональный анализ и его прил. -2004. -С.90–92

[8] Назаров В.И. Разрешимость задачи Коши для дифференциальных уравнений в шкалах банаховых пространств с вполне непрерывными вложениями// Матем.заметки, -1994, С.54–64

[9] Шкарин С.А. Теорема Пеано неверна в бесконечномерных F′F′-пространствах // Матем. заметки, -1997, С.128–137

Ысмағұл Р.С., Кәрім А.О., Хамитбеков Ж.Р.

Решение дифференциального уравнения первого порядка в гильбертном пространстве

Резюме: Единственное решение для задачи Коши состоит в том, что непрерывной зависимости от начальных условий и параметров. К сожалению, далеко не все они переносятся в бесконечномерный случай. Так, например, одна из наиболее сильных теорем существования – теорема Пеано – верна только в конечномерных банаховых пространствах. Цель статьи – показать, что в гильбертовом пространстве l_2 теорема Пеано не верна, т.е. на бесконечномерный случай она не переносится. Для этого приведем пример автономного дифференциального уравнения первого порядка с непрерывной правой частью, имеющего в точности одно решение при любом начальном условии, но не обладающего устойчивостью решения относительно малых возмущений начального условия. Изучая свойства пространств и изучая примеры, можно считать, что любой фундамент может быть создан в банаховом пространстве бесконечного размера.

Ключевые слова: теорема Пеано**,** банаховое пространство, задача Коши, гильбертовое пространство

УДК 519.63

A. Temirkhanov, M. Inkarbekov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
amirkhan.temirkhanov@gmail.com)

NUMERICAL SOLUTION OF NONLINEAR BURGERS EQUATION BY MEANS OF DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD USING LIMITER

Abstract. The aim of the work is to use a limiter in solving problems using the discontinuous Galerkin method. As a problem, the solution of a one-dimensional inviscid Burgers equation is considered. The discontinuous Galerkin method is a modern method that combines the idea of the finite element method with the idea of the finite volume method. The use of a limiter allows you to suppress artificial fluctuations that occur in the process of numerical calculations. Such artificial oscillations can significantly affect the final result of numerical calculations. On the basis of the obtained results, the influence of using the limiter for the nodal discontinuous Galerkin method is demonstrated.

Keywords: DG, CFD, limiter, Burgers equation

Ә.Б. Темірханов, М.К. Инкарбеков
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
e-mail: amirkhan.temirkhanov@gmail.com)

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ БЮРГЕРСА С ПОМОЩЬЮ РАЗРЫВНОГО МЕТОДА ГАЛЕРКИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИМИТЕРА

Аннотация. Целью работы является применение лимитера при решении задач с помощью разрывного метода Галеркина. В качестве задачи рассмотрено решение одномерного невязкого уравнения Бюргерса. Разрывный метод Галеркина является современным методом, сочетающий в себе идею метода конечных элементов с идеей метода конечных объемов. Применение лимитера позволяет подавить искусственные колебания, возникающие в процессе численных вычислений. Такие искусственные колебания могут существенно повлиять на конечный результат численных вычислений. На основании полученных результатов продемонстрировано влияние использования лимитера для узлового разрывного метода Галеркина.

Ключевые слова: DG, CFD, лимитер, уравнение Бюргерса

Введение

Разрывные методы Галеркина (DG) становятся популярными благодаря простоте увеличения порядка аппроксимации. Они сочетают в себе преимущества метода конечных объемов и спектральных методов. Преимущество метода конечного объема в том, что он прекрасно подходит для дискретизации геометрически сложных областей, в то же время главное преимущество спектральных методов в обеспечении высокой точности аппроксимации. Однако в ходе решения

уравнений могут возникать искусственные осцилляции (колебания), которые в дальнейшем дают искаженные результаты. Для их подавления используются лимитеры [1].

Лимитеры используются в схемах с высоким разрешением - численных схемах, используемых для решения задач в науке и технике, в частности, в гидродинамике, описываемых уравнениями в частных производных (PDE). Они используются в схемах с высоким разрешением, чтобы избежать искусственных осцилляций, которые могли бы возникнуть в схемах пространственной дискретизации высокого порядка из-за разрывов или резких изменений в области решения. Использование лимитеров, вместе с соответствующей схемой высокого разрешения, уменьшает общее отклонение (TVD) решений [2].

Основная идея, лежащая в основе построения схем лимитеров, заключается в ограничении пространственных производных реалистическими значениями - для научных и технических задач это обычно означает физически реализуемые и значимые значения [3]. Они используются в схемах с высоким разрешением для решения проблем, описанных PDE, и вступают в действие только при наличии острых волновых фронтов. Для плавно изменяющихся функций лимитеры не работают, и пространственные производные могут быть представлены приближениями высокого порядка без появления искусственных осцилляций [3].

Постановка тестовой задачи

Рассмотрим одномерную нелинейную задачу с заданными начальными и граничными условиями. Необходимо решить невязкое уравнение Бюргерса с периодическими граничными условиями, которое имеет следующий вид:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}=0,\ \ x\in\left[0,L\right]=\Omega \tag{1}$$

В качестве начальных условий принимаем следующие условия:

$$u(x,0)=\begin{cases}(x-l_1)/(l_2-l_1), l_1\le x\le l_2\\ 0, иначе\end{cases},\ l_1=0, l_2=0.4$$

Периодические граничные условия имеют вид:

$$u(0,t)=u(L,t)$$

Аналитическое решение имеет следующий вид:

$$u(x,t)=\begin{cases}(x-l_1)/(t+l_2-l_1), l_1\le x\le l_1+\sqrt{(l_2-l_1)(t+l_2-l_1)}\\ 0, иначе\end{cases}, l_1=0, l_2=0.4$$

Перепишем его в квазилинейной форме:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial f(u)}{\partial x}=0, \tag{2}$$

где $f(u)=\frac{u^2}{2}$.

Процедура решения разрывным методом Галеркина

Дискретизируем область вычислений Ω с помощью *K* элементов,

$$x\in\left[x_l^k, x_r^k\right]=D^k,$$

как показано на рисунке 1.

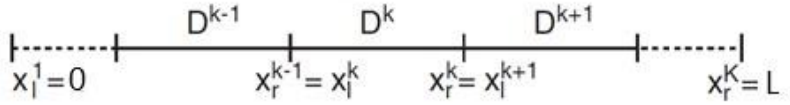


Рис.1. Дискретизация вычислительной области для одномерного случая

На каждом из этих элементов мы аппроксимируем локальное решение с помощью полинома порядка N_p:

$$x \in D^k : \; u_h^k(x,t) = \sum_{i=1}^{N_p} u_h^k(x_i^k, t)\psi_i^k(x) \tag{3}$$

Тогда предполагается, что глобальное решение $u(x,t)$ аппроксимируется полиномиальным приближением N_p-го порядка $u_h(x,t)$, определяемым как объединение K локальных полиномиальных решений $u_h^k(x,t)$.

$$u(x,t) \approx u_h(x,t) = \bigcup_{k=1}^{K} u_h^k(x,t) \tag{4}$$

Формируем невязку

$$R_h(x,t) = \frac{\partial u_h}{\partial t} + \frac{\partial f(u_h)}{\partial x}. \tag{5}$$

Теперь требуется, чтобы невязка была ортогональной ко всем тестовым функциям, что приводит к локальному утверждению для всех K элементов:

$$\int_{D^k} R_h(x,t)\psi_n dx = 0, \;\; 1 \le n \le N_p \tag{6}$$

Подставляя (5) в (6) и интегрируя по частям, получаем

$$\int_{D^k}\left(\frac{\partial u_h^k}{\partial t}\psi_n - f(u_h^k)\frac{d\psi_n}{dx}\right)dx = -\left[f(u_h^k)\psi_n\right]_{x_l^k}^{x_r^k} = -\int_{\partial D^k}\hat{\vec{n}}\cdot f(u_h^k)\psi_n dx, \;\; 1 \le n \le N_p$$

где $\hat{\vec{n}}$ представляет локальную направленную наружу нормаль. В одномерном случае $\hat{\vec{n}}$ является скаляром и принимает значения +1 и −1 для правой и левой стороны соответственно.

Возвращаясь к рисунку 1, мы видим, что вследствие отсутствия условий для локального решения и тестовых функций решение на границах между элементами многократно определено, и нам нужно будет выбрать, какое решение или комбинация решений является правильным. Не рассматривая детали этого выбора, мы запишем это решение как $\left(0.5u_h^{k^2}\right)^*$, известное как числовой поток. Это приводит к полудискретной схеме

$$\int_{D^k}\left(\frac{\partial u_h^k}{\partial t}\psi_n - f(u_h^k)\frac{d\psi_n}{dx}\right)dx = -\int_{\partial D^k}\hat{\vec{n}}\cdot\left(f(u_h^k)\right)^*\psi_n dx, \;\; 1 \le n \le N_p \tag{7}$$

В итоге, мы получим $K \times N_p$ уравнений для того же числа неизвестных, то есть мы определили метод для получения глобального решения. Эта форма называется слабой формой.

Если мы выберем пространство тестовых функций таким же, как пространство решений (то есть подход Галеркина), мы восстановим локальное полудискретное слабое утверждение

$$M^k \frac{d}{dt}\vec{u}_h^k - \left(S^k\right)^T f\left(u_h^k\right) = -\left(f\left(u_h^k\right)\right)^* \vec{\psi}\left(x_r^k\right) + \left(f\left(u_h^k\right)\right)^* \vec{\psi}\left(x_l^k\right), \tag{8}$$

где

$$M_{ij}^k = \left(\psi_i, \psi_j\right)_{D^k}, \; S_{ij}^k = \left(\psi_i, \frac{d\psi_j}{dx}\right)_{D^k}$$

являются матрицами локальной массы и жесткости соответственно. Кроме того, у нас имеются

$$\vec{u}_h^k = \left[u_1^k, \ldots, u_{N_p}^k\right]^T, \; \vec{\psi} = \left[\psi_1(x), \ldots, \psi_{N_p}(x)\right]^T$$

как векторы локального решения и локальных тестовых функций соответственно.

Схема в формуле (8) является классическим разрывным методом конечных элементов Галеркина (DG-FEM) в слабой форме.

В узловом разрывном методе Галеркина в качестве тестовых и базисных функций берутся полиномы Лагранжа, которые имеют следующий вид:

$$l_j(x) = \prod_{\substack{m=1 \\ m \neq j}}^{Np} \frac{x - x_m}{x_j - x_m} \tag{9}$$

Применение лимитера к численному решению

Для того, чтобы применить лимитер наклона, необходимо произвести переход из узлового разрывного метода Галеркина в модальный, где в качестве базисной функции применяются нормированные полиномы Лежандра, которые имеют следующий вид:

$$\tilde{P} = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{\sqrt{6}}{2}x \\ \frac{\sqrt{10}}{2}\left(\frac{3}{2}x^2 - \frac{1}{2}\right) \\ \frac{\sqrt{14}}{2}\left(\frac{5}{2}x^3 - \frac{3}{2}x\right) \\ \frac{\sqrt{18}}{2}\left(\frac{35}{8}x^4 - \frac{15}{4}x^2 + \frac{3}{8}\right) \\ \frac{\sqrt{22}}{2}\left(\frac{63}{8}x^5 - \frac{35}{4}x^3 + \frac{15}{8}x\right) \end{pmatrix}$$

Переход из одного типа разрывного метода Галеркина в другой происходит следующим образом:

$$\hat{u}_j^k = \nu_{ij}^{-1} u^k\left(\xi_i\right), \tag{10}$$

где $\nu_{ij} = \tilde{P}_{j-1}\left(\xi_i\right)$ - обобщенная матрица Вандермонда

Ограничим решение (8) после перехода в модальный вид с помощью (10) ограничением его коэффициентов. Начиная с самого высокого коэффициента (на верхнем уровне) $i = Np$, мы заменяем $\hat{u}_i^k$ на

$$\hat{v}_i^k = \frac{\min \mathrm{mod}\left(\sqrt{(2i+1)(2i+3)}\hat{u}_i^k, \hat{u}_{i-1}^{k+1} - \hat{u}_{i-1}^k, \hat{u}_{i-1}^k - \hat{u}_{i-1}^{k-1}\right)}{\sqrt{(2i+1)(2i+3)}} \tag{11}$$

Здесь

$$\mathrm{minmod}(a, b, c) = \begin{cases} s \min(a, b, c), |s| = 1 \\ 0, \textit{иначе} \end{cases}, s = \frac{1}{3}\left(\mathrm{sgn}(a) + \mathrm{sgn}(b) + \mathrm{sgn}(c)\right) \tag{12}$$

Чтобы оценить, что делает эта функция, рассмотрим ситуацию, когда у нас есть три аргумента (a1, a2, a3). Тогда minmod(a1, a2, a3) вернет ноль, если три аргумента не имеют одинаковый знак. В другом случае он вернет наименьший из трех аргументов с правильным знаком. Таким образом, если три аргумента приняты в качестве наклона решения в трех элементах, функция minmod установит наклон на ноль, когда знаки наклонов не совпадают, что указывает на колебание, и в противном случае вернет наименьший наклон. Функция minmod действует как идентификатор проблемы и лимитер наклона [1].

Результаты численного решения

Ниже приведены результаты численного решения без применения лимитера и с его применением.

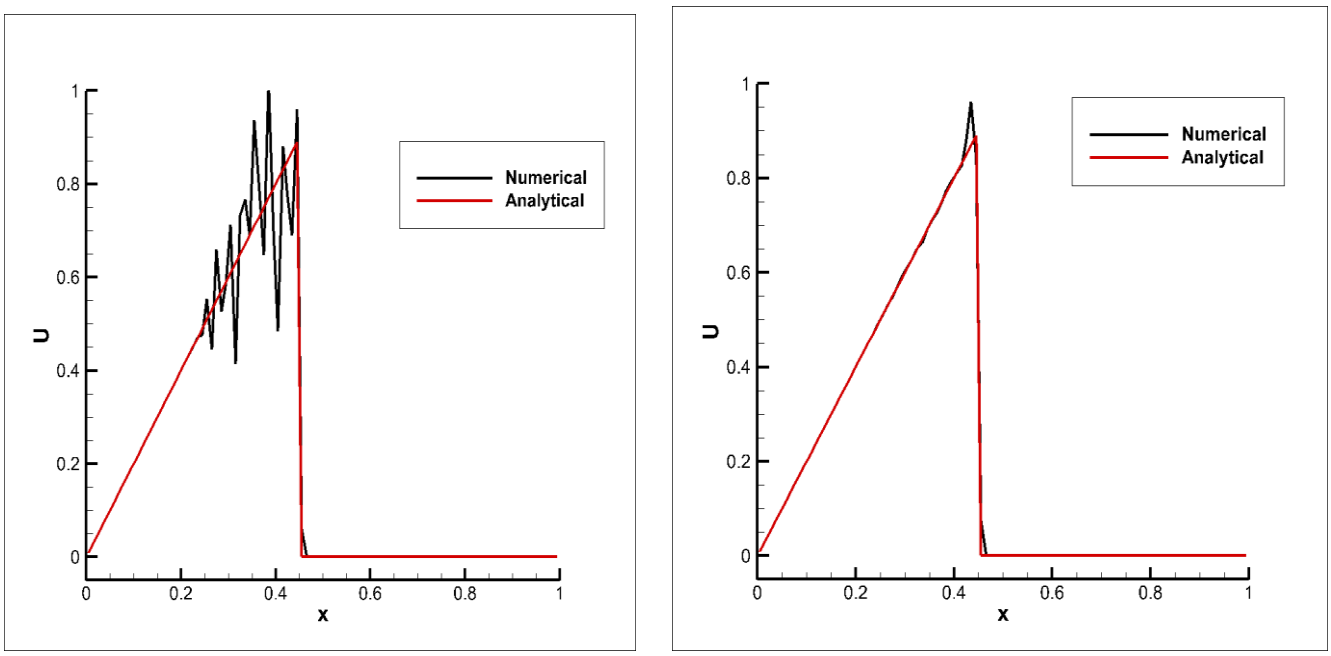


Рис. 2. Результаты, полученные без применения лимитера (слева) и с применением лимитера (справа) при t=0.1 с

Из рисунков 2-3 видно влияние лимитера на решение. Можно заметить, что с применением лимитера численное решение становится ближе к аналитическому. Без применения лимитера искусственные колебания продолжают распространяться по всей области вычислений до тех пор, пока решение полностью не разрушится, что показано на рисунке 4. На рисунке 5 показано, что с применением лимитера решение поддерживается близким к аналитическому в момент времени, до которого численное решение без применения лимитера разрушается.

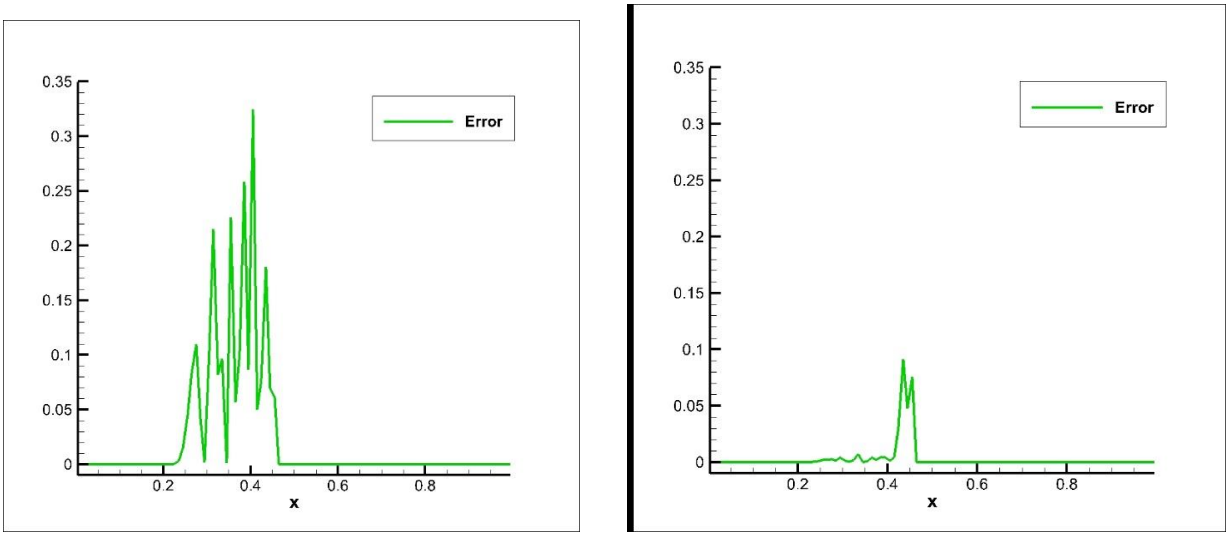


Рис. 3. Абсолютная погрешность без применения лимитера (слева) и с применением лимитера (справа) при t=0.1 с

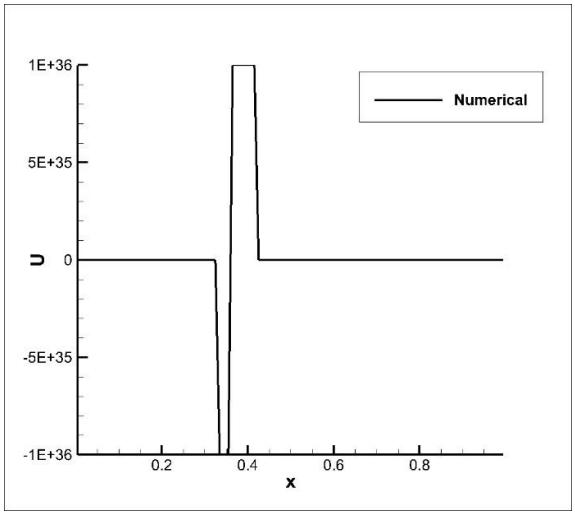


Рис. 4. Результаты, полученные без применения лимитера при t=0.125 с

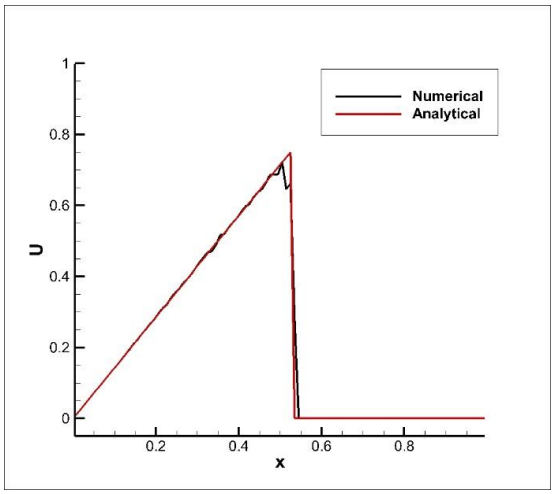


Рис. 5. Результаты, полученные с применением лимитера при t=0.3 с

Заключение

Разработана численная методология, основанная на разрывном методе Галеркина. Данная методология была применена для решения одномерного нелинейного невязкого уравнения Бюргерса. При решении задач, где присутствуют нелинейные уравнения или разрывные функции, возможно появление искусственных осцилляций, которые искажают результат численного решения. Благодаря полученным результатам показано влияние искусственных осцилляций на численное решение в сравнении с аналитическим решением и их гашение с помощью лимитера. Также из полученных результатов можно увидеть, что лимитер приближает численное решение к аналитическому.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jan S. Hesthaven, Tim Warburton Nodal Discontinuous Galerkin Methods Algorithms. -Analysis and Applications. Springer-Verlag New York. 2008. -502 с.

[2] Klaus A. Hoffman Computational Fluid Dynamics vol. III, 4-е изд. -Engineering Education System. 2000. -500 с.

[3] Lilia Krivodonova Limiters for high-order discontinuous Galerkin methods //Journal of Computational Physics (226). -2007.-Т. 1. –С. 879-896.

[4] Kevin Schaal, Andreas Bauer, Praveen Chandrashekar, Rudiger Pakmor, Christian Klingenberg, Volker Springel Astrophysical hydrodynamics with a high-order discontinuous Galerkin scheme and adaptive mesh refinement //MNRAS 000. -2015. -С. 1–23.

[5] T. J. Chung Computational Fluid Dynamics, 2-ое издание, //Cambridge University Press. -2010. 1022 с.

[6] Е.Н. Сукманова Применение Разрывного Метода Галёркина для Решения Невязкой Задачи Бюргерса //Сборник научных трудов НГТУ. –2007. –№ 1(47). –С.: 99–104.

[7] Yan Xu and Chi-Wang Shu Local Discontinuous Galerkin Methods for High-Order Time-Dependent Partial Differential Equations, Commun. Comput. Phys. Vol. 7, No. 1. -Elsevier -2010. -С.: 1-46.

[8] Farzana Hussain, M. S. Karima, Razwan Ahamada. Appropriate Gaussian quadrature formulae for triangles //International Journal of Applied Mathematics and Computation Journal. -2012. -Т. 4. -С.: 24-38.

[9] Mikel Landajuela Burgers Equation //BCAM. -2011. –С.: 2-18.

[10] Kuzmin D., Turek S. High-resolution FEM–TVD schemes based on a fully multidimensional flux limiter //Journal of Computational Physics (198). -2004. -Т.1. -С.:131–158.

[11] Burbeau, A. Independent Limiter for High Order Runge-Kutta Discontinuous Galerkin Methods //J. Comput. Phys. (169). -2001. –С.: 111–150.

[12] Petrovskaya, N.B. On Oscillations in Discontinuous Galerkin Discretization Schemes for Steady State Problems //SIAM J. Sci. Comput. (27), -2006. -С.: 1329–1346.

[13] Tu, S., Aliabadi, S. A Slope Limiting Procedure in Discontinuous Galerkin Finite Element Method for Gasdynamic Applications //Int. J. Numer. Anal. Model. (2). -2005. –С.: 163–178.

[14] Bai, F., Yang, Z. and Zhou W. Study of Total Variation Diminishing (TVD) Slope Limiters in Dam-break Flow Simulation //Water Science and Engineering. -2018. –Т.11. -№ 1. –С.: 68-74.

[15] D. Kuzmin On the design of general-purpose flux limiters for implicit FEM with a consistent mass matrix. I. Scalar convection //J. Comput. Phys. (219). -2006. –С.: 513–531.

Темірханов Ә.Б., Инкарбеков М.К.

Лимитер қолданумен сызықты емес Бюргерс теңдеуін Галеркин үзілісті әдісімен сандық шешімі

Түйіндеме. Үзілісті Галеркин әдісіне негізделген сандық әдіснама әзірленді. Бұл әдіс бір өлшемді сызықты емес бұрыштық Бюргерс теңдеуін шешу үшін қолданылды. Сызықты емес теңдеулер немесе үзілісті функциялар бар болғанда, оларды шешу кезінде сандық шешімді нашарлататын жасанды тербелістер пайда болуы мүмкін. Алынған нәтижелерге байланысты жасанды тербелістердің ерітіндіге аналитикалық ерітіндімен салыстырғанда және олардың лимитердің көмегімен сіңіруі әсерін көрсетті. Сондай-ақ алынған нәтижелерден лимитер сандық шешімді талдамалыққа жақындата түседі.

Түйін сөздер: DG, CFD, лимитер, Бюргерс теңдеуі

УДК 691; 691:620.1

[1]A.D. Muradov, A.A. Krykbayeva, K.N. Zhumadilillayev,
G. Zheksenbayeva, Zh.Y.Primkulova
([1]Al-Farabi Kazakh National University, the Republic of Kazakhstan,
Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Republic of Kazakhstan,
e-mail: asem40_79@mail.ru)

INFLUENCE OF ELECTRON IRRADIATION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER FILMS

Abstract. The effect of electron irradiation on polyamide and polyethylene terephthalate was considered. Mechanical properties of these samples before and after irradiation were compared. The studied samples were irradiated on an electronic linear accelerator of the ELU-6 type in air at 25°C with an energy of 4 MeV. Uniaxial tension of materials was studied on a tensile machine of the RMU-0,05-1 type with a speed of expansion of clamps 36,09±0,05 mm/min.

Keywords: polyamide, polyethyleneterephthalate, bonds, mechanical properties, oxygen.

[1]А.Д. Мурадов, Ә.А. Қырықбаева, К.Н. Жумадиллаев,
Г. Жексенбаева, Ж.Е. Примкулова
([1]Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазахстан Республикасы,
Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университеті, Қазахстан Республикасы,
e-mail: asem40_79@mail.ru)

ПОЛИМЕРЛІК ҮЛБІРЛЕРДІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ЭЛЕКТРОНДЫҚ СӘУЛЕЛЕНДІРУДІҢ ӘСЕРІ

Түйіндеме. Полиимид және полиэтилентерефталатқа электрондық сәлелендірудің әсері қарастырылды. Сәулеленуге дейінгі және сәулеленуден кейінгі осы үлгілердің механикалық қасиеттері салыстырылды. Электрондық сәулелендіру ЭЛУ-6 типті электронды сызықтық үдеткіште 25°С-та 4 МэВ энергиясымен ауада жүргізілді. Материалдарды бір осьтік созу РМУ-0,05-1 типтегі үзгіш машинасында 36,09±0,05 мм/мин жылдамдықпен орындылды.

Түйінді сөздер: полиимид, полиэтилентерефталат, байланыстар, механикалық қасиетттер, оттегі.

Кіріспе

Қазіргі кезеңдегі конденсирленген күй физикасының басым бағыттарының бірі – әртүрлі физикалық әсерлердің нәтижесінде полимерлік материалдардың физика-механикалық қасиеттерінің өзгеру заңдылықтарын зерттеу. Материалдардың беріктілік шегіне дейін созу кезіндегі кернеудің салыстырмалы ұзаруға тәуелділігін қарастыру, сәулеленген және сәулеленбеген полимерлерде құрылымдық ауысулар мен өзгерістер жайында маңызды ақпарат алуға мүмкіндік береді. Әр түрлі қарқындылықтың әрекеттерін, полимерлік материалдарға сәулелену дозаларын жүйелі түрде зерттеу материал құрылымының эволюциясын бақылауға мүмкіндік береді [1]. Механикалық жүктеменің, температураның және сәулеленудің полимерлерге кешенді әсері кезіндегі молекулалардың өзара әрекеттесуінің ерекшеліктерімен байланысты құрылымдық ауысулар кезіндегі сызықты емес эффектілерді зерттеу қызығушылық туғызуда. Полимерлік материалдарды әртүрлі иондаушы сәулелермен сәулелендіру, олардың ақаулы құрылымының өзгерісіне және соның салдарынан физикалық-химиялық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі.

Осыған байланысты ақаулы құрылымның пайда болу табиғатын және эволюциясын, материалдардың қасиеттерінің өзгеруімен радиациялық-индукцияланған ақаулық байланысын анықтау конденсирленген күй физикасының негізгі міндеттерінің біріне жатады. Мұндай зерттеулер, ең алдымен, радиация өрісінде жұмыс істейтін аспаптар мен құрылғылар жұмысының сенімділігін арттыру мәселелерін шешу қажеттілігімен, сондай-ақ материалдардың қасиеттерінің бағытталған модификациясын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін, радиациялық технологияларды тиімді пайдалануға байланысты практикалық қызығушылықтан туындаған. Функционалды материалдар мен жүйелерді модификациялаудың әртүрлі әдістері бар (әр түрлі табиғат объектілерін түрлендіру, біріктіру, олардың кеңістіктік ұйымдастырылуын оңтайландыру және т.б.) [2]. Полимерлер пайдалы және бірегей қасиеттердің кең спектрімен ерекшеленеді. Олардың рационалды үйлесімі арқылы материалдың физикалық-механикалық сипаттамаларының алдын ала берілген анизотропиясын және меншікті салмағы тиімді құрылымдарды алуға болады.

Бірақ полимерлер қасиеттерінің берілген сипаты, белгілі бір бағытта жоғары сипаттамалармен қатар, басқа бағытта қасиеттерінің нашарлауын туғызуын мүмкін [3]. Әр түрлі радиацияның қатты денеге әсері радиациялық ақаулардың пайда болуына әкеледі және оларға әсіресе басқа әсерлермен кешенді түрде әсер ету, қатты дененің және басқа материалдардың қасиеттерін реттеуге мүмкіндік береді. Полимерлерде сәулелену кезінде тігілу және деструкция процестері қосарлана бір мезгілде жүріп жатқанын атап өту керек, яғни модификацияланған материалдың қасиеттерін қалыптастыратын заттың кеңістіктік түрленуі болады. Полимерлердегі құрылым түзілу процесі өте күрделі және алуан түрлі және құрылымдық элементтердің өлшемдері полимерлердің механикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді (олар үлкен болған сайын, рекристализация кернеуі үлкен, сынғыштығы және икемділігі аз болады) [4].

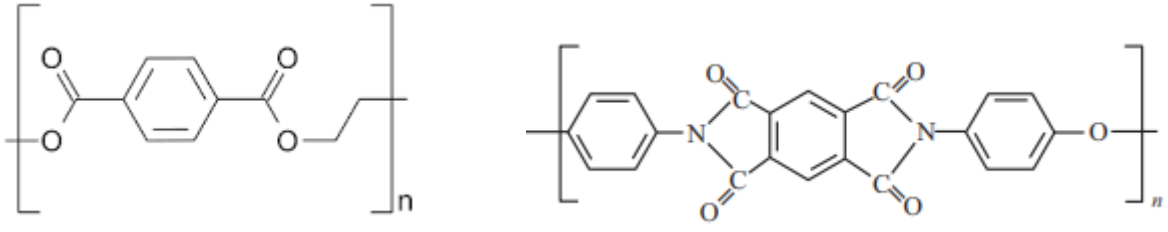
Полимерлердегі радиациялық өзгерістер бойынша жинақталған эксперименттік-теориялық материал қазіргі ғылым мен техникада кеңінен қолданылады, ал иондаушы сәулеленудің әсерінен болатын процестердің заңдылықтары мен механизмдерін сипаттайтын жалпы теория әлі жасалмады. Бұл жұмыста электронды сәулеленудің полиэтилентерефталаттың және полиимидті үлбірлердің механикалық қасиеттеріне әсері қарастырылды.

Эксперимент әдісі

Қазіргі уақытта полиэтилентерефталат (ПЭТ) ПЭТ-ыдыстарды дайындау кезінде кеңінен қолданылады. Оның жоғары пайдалану қасиеттерінің арқасында ПЭТ-бөтелкелерді өндіру кезінде тиімді материал болып табылады. Полиэтилентерефталат экологиялық тұрғыдан зиянсыз және ол сақтау кезінде азық-түлікке ену қабілеті бар улы заттарды бөлмейді. ПЭТ терефтал қышқылы (OH)-(CO)-C6H4-(CO)-(OH) және моноэтиленгликол (OH)-C2H4-(OH) поликонденсациясының өнімі болып табылады [5].

Полиимид (ПИ) барлық полимерлердің ішінде жоғары температуралық төзімділікке ие, 673 K-ге дейінгі температуралық әсерлерге төтеп бере алады, және сұйық азот температурасында икемділігін жоғалтпайды, бұл циклдегі (азотта) гетеротомда және жоғары электротерістігі бар атомдарда (карбонильді топтарда оттегі) электрондардың белгісіз буының болуымен байланысты [7]. Полиимидтің үзуге жоғары беріктігі (150-180 МРа), сонымен қатар салыстырмалы ұзаруы 70-90%, тамаша электроизоляциялық қасиеттері, химиялық тұрақты және жанбайтындығы оны қолдану аясын кеңейте түсуде. [6].

ПЭТ және ПИ молекулалық құрылымы 1(а,б) суретте көрсетілген [7].



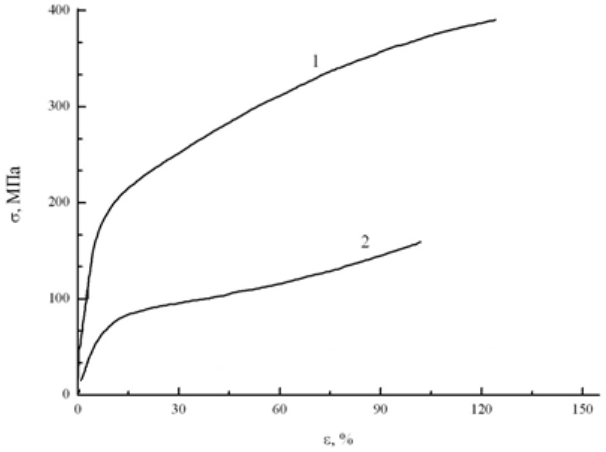
а б

1-сурет. Полиэтилентерефталаттың (а) және полиимидтің (б) құрылымдық формулалары

Үлбір түріндегі үлгілердің жұмыс аумағы 50 мм (ұзындығы) 5 мм (ені) құрады. Полимерлердің қалыңдығы – 35 мкм. Материалдар алдын ала сәулеленіп, содан кейін механикалық сынақ жүргізілді. Зерттелетін үлгілер ЭЛУ-6 типті электронды сызықтық үдеткіште 25 ^{o}С-та 4 МэВ энергиясымен ауада сәулелендірілді. Үлгідегі шоғыр тогының орташа тығыздығы 0,5 мкА/см^2 болды . Импульстердің ұзақтығы 5 мкс, олардың қайталану жиілігі – 200Гц. Сәулелену дозасы стандартты әдістеме бойынша есептелген. Материалдардың бір осьтік созу РМУ-0,05-1 типтегі үзгіш машинасында 36,09±0,05 мм/мин жылдамдықпен жүргізілді. Өлшеуішпен байланысты қармау орнын ауыстыру 0,1 мм-ден аспады. Компьютерленген қондырғы стандартты Windows-бағдарлама түріндегі тиісті бағдарламалармен жасақталған. Салыстырмалы ε ұзарудың σ кернеуге тәуелділігі өлшенді (материалдың беріктігінің шегіне дейін).

Алынған нәтижелерді талдау

2-суретте сәулеленбеген полимерлік үлгілерге түсірілген σ кернеудің салыстырмалы ε ұзаруға тәуелділігі көрсетілген.

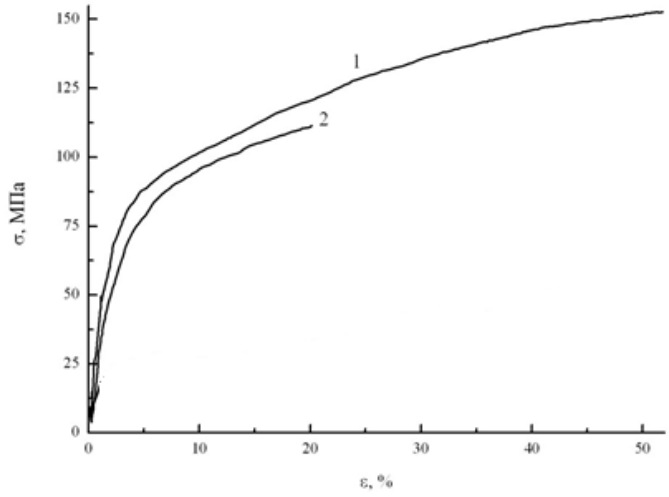


1 – полиэтилентерефталат, 2 – полиимид

2-сурет. Сәулеленбеген полимерлік үлгіге түсірілген σ кернеудің салыстырмалы ε ұзаруға тәуелділігі

2 - суретте сәулеленбеген ПЭТ беріктігі ~120% салыстырмалы ұзаруы кезінде ~ 380 МПа , ал ПИ беріктілгі ~ 150 МПа тең болатындығын көреміз.

3-суретте энергиясы 2 МэВ электрондармен және 500 кГр дозада сәулелендірілген полимерлік үлгілерге түсірілген σ кернеудің салыстырмалы ε ұзаруға тәуелділігі көрсетілген.



1 – полиэтилентерефталат, 2 – полиимид

3-сурет. Электрондармен сәулеленген полимерлік үлгіге түсірілген σ кернеудің салыстырмалы ε ұзаруға тәуелділігі

Электрондармен сәулеленгеннен кейін ПЭТ беріктігі 52% салыстырмалы ұзарту кезінде 150 МПа мәнін қабылдайды, яғни 230МПа-ға азаяды. Ал полиимидті үлдірдің беріктігі ПЭТ-мен салыстырғанда тұрақты, тек 10-20 МПа-ға азаяды, ал салыстырмалы ұзаруы 20% құрайды.

Жалпы жағдайда сәулелену әсерінен әртүрлі құрылымы бар радикалдар пайда болуы мүмкін. Алайда, белгілі бір температураларда басым көпшілікте $C-H$ – байланысының үзілу нәтижесінде пайда болатын бос радикалдар ғана тұрақтандырылады. Сондықтан бұл процесс өте ықтимал болады.

Полимерлердің сәулелену макрорадикалдардың пайда болуына ғана емес, төмен молекулалы бос радикалдардың пайда болуына ықпал ететіндігін ескеру қажет. $C-H$ – байланысының ыдырауы кезінде атомарлық сутегі немесе метильді радикалдар, ал $C-CH_3$ – байланысының үзілуі кезінде – бүйір топтарының радикалды фрагменттері пайда болады. Макрорадикалдардың түзілуіне сутегі атомдарының реакциялары әсер етеді, себебі $C-H$ -байланысының диссоциациясы көптеген сутегі бар полимерлерді сәулелендіру кезінде басым реакция болып табылады. кезінде [8] жұмыста полимерлік материалдар қасиеттерінің едәуір құрылымдық өзгерістері құрылымданудың және деструкцияның қайтымсыз процестеріне байланысты деп атап көрсетілген. Осы екі процесс әдетте бір уақытта жүзеге асырылады. Алайда, олардың біреуінің басымдылығы полимердің құрылымына, жүйедегі заттардың сипатына және сәулелену жағдайларына байланысты.

Қарастырылған үлбірлердің ішінде полиимид радиацияға төзімді болды. Оны 100 Мг жұтылу дозасына дейін сәулелендіру оның механикалық сипаттамаларына әсер етпейді.

Электрондық сәулелендірудің әсеріне полимерлердің төзімді болуы аталған құрылымдарда бензол сақиналарының бар болуымен байланыстырады. Күрделі полимерлерде радиациялық сәулеленуден қорғаныс әсеріне ие болуы энергияның ішкі тасымалдану процесімен байланысты. Синглет жағдайына дейін қозған макромолекуланың бензоль ядросы, спектрдің көрінетін және ультракүлгін аймағында флуоресценция түрінде осы жұтылған энергияны шашыратады [9].

Молекулалық массасы (ММ) төмен, құрамында фибриллярлы аморфтық фазаның аз мөлшері бар, сәулеленген үлгілердің ығысу деформациясы, ішкі фибриллярлы аморфтық аймақтардағы өтпелі кернеулі молекулалардың деструкциясымен байланысты. Мұндай үлгілерде түзетілген өтпелі тізбектердің тежелген қозғалғыштығы оларды тігуге кедергі келтіреді. ММ жоғары мәні бар үлгілерде фибриллярлы аморфты қабаттардың үлкен үлесі бар. Сәулелендіру осындай материалдарда оңай іске асырылатын радиациялық тігілу процестеріне әкеледі. 500 кГр дейін электрондық сәулелену дозалары серпімділік модулінің елеулі азаюына әсер етпейді. Полиимидті сәулелендірудің үлкен дозалары (100 Мг-ға дейін) тігілу саны ұлғайған кезде, жүктемені біркелкі тарату есебінен иілгіштік пен жылжығыштықты тиімді басуды туындатады.

Полимерлердің радиациялық төзімділігі оларда ерітілген молекулалық оттегінің болуына және оның қоршаған ортадан түсу жылдамдығына байланысты. Оттегі мөлшерінің артуы полимердің кеңістіктік торының пайда болу процесін баяулатады немесе толықтай басады, бұл өз кезегінде беріктік шегінің азаюына әкеледі.

Қорытынды

Сәулеленудің полимерлерге әсері бойынша келтірілген талдаудан келесі қорытынды жасай аламыз:

Кейбір полимерлерде радиациялық сәулеленудің әсері материалдың белгілі физикалық-химиялық қасиеттерін жақсартады. Бұл жағдайда сәулеленуді полимерлік материалдың қасиеттерінің бағытталған өзгеруін жүзеге асыратын, оған қажетті сипаттамалар беретін технологиялар ретінде қабылдауға болады.

Полимерлердің басқа тобында радиациялық сәулеленудің әсері материалдың кейбір физикалық-химиялық қасиеттерін нашарлатады. Бұл жағдайда мұндай нашарлауға қандай процестер әсер ететінін білу маңызды.

Қарастырылған жұмыс ҚР БҒМ ұсынылған № AP05133342 «Теоретические и экспериментальные исследования физико-механических свойств композитов при радиационных и других внешних воздействий» жобасы бойынша дайындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Крыжановский В.К., Бурлов В.В., Паниматченко А.Д., Крыжановская Ю.В.. Технические свойства полимерных материалов. – СПб.: Профессия 2005. – 248 с.

[2] James E. Physical Properties of Polymers, Springer Science+Business Media, LLC, New York. – 2007. – P.1050. ISBN-13: 978-0-387-31235-4

[3] Clegg, D.W. Irradiation effects on polymers. Elsevier Applied Science. London. -1991; -460 p; ISBN 1-85166-563-3

[4] Лобанов Н. С. Создание и применение радиационностойких полимерминеральных консервантов для захоронения радиоактивных отходов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. -2008. – Москва. - С. 24

[5] N.L. Mathakaria, V.N. Bhoraskarb and S.D. Dholeb. A comparative study on the effects of Co-60 gamma radiation on polypropylene and polyimide. Radiation Effects & Defects in Solids, -2014. -Vol.169, - № 9. -P.779–790.

[6] Кабанов В.Я., Кудрявцев В. Н. Модифицирование полимеров путем радиационной прививочной полимеризации (современное состояние, тенденция развития). // Химия высоких энергий. – 2003.− Т. 37. – № 1. – С.3-6.

[7] Кожамкулов Б.А. Радиационные эффекты изменения механических свойств полимеров и композитов. – Алматы: Гылым, 1997. – 150с.

[8] Мурадов А.Д., Кырыкбаева А.А. Особенности изменения оптических свойств системы «полиимид – $YBa_2Cu_3O_{6,7}$» подвергнутых γ -облучению Конференция «Хаос и структуры в нелинейных системах. теория и эксперимент: Материалы 10-ой Международной научной конференции (16-18 июня, 2017, Алматы, Казахстан). – Алматы: Қазақ университеті. – 2017.", уровень Международный, КАЗАХСТАН, Алматы

[9] Мурадов А.Д., Мукашев К.М., Кырыкбаева А.А. Влияние γ-облучения на фазовые переходы в системе"Полиимид– $YBa_2Cu_3O_{6,7}$". Оптика и спектроскопия, 2018, том 124, вып. 6. –С.748-752.

Мурадов А.Д., Қырықбаева А.А., Жумадиллаев К.Н., Жексенбаева Г., Примкулова Ж.Е.

Влияние электронного облучения на механические свойства полимерных пленок

Резюме. Рассматривалось влияние электронного облучения на полиимид и полиэтилентерефталат. Сравнивались механические свойства этих образцов до облучения и после облучения. Исследуемые образцы облучали на электронном линейном ускорителе типа ЭЛУ-6 на воздухе при 25ºС с энергией 4 МэВ. Одноосное растяжение материалов исследовались на разрывной машине типа РМУ-0,05-1 со скоростью раздвижения зажимов 36,09±0,05 мм/мин.

Ключевые слова: полиимид, полиэтилентерефталат, связи, механические свойства, кислород.

УДК: 620.193.4

Y.G Bakhytzhan., N.N. Yessaly, G.S. Rakhymbay, A.M Argimbayeva., Kh. Avchukir
(Al-Farabi Kazakh National University,
Center of Physical Chemical Methods of Research and Analysis, Almaty, Kazakhstan)

ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF POLYMERIC AND MODIFIED COATINGS, THEIR PROTECTIVE PROPERTIES

Abstract. Electrochemical polymerization of conductive polymers is the most convenient and simple method of obtaining coatings on the surface of metals. In the process of synthesis, it is possible to control the properties of the obtaining films. In this work, polypyrrole, composite zinc-phosphate coatings on mild steel, grade ST3, were successfully synthesized. To study the protective properties of the obtained coatings on steel in a 3.5% NaCl solution, electrochemical impedance and linear voltammetry methods were used. The synthesized $Zn_3(PO_4)_2$/polypyrrole coatings showed significant corrosion protection of mild steel by linear voltammetry (97%) and impedance spectroscopy (92%), respectively. The morphology of the synthesized coatings was also investigated. According to the resultsof scanning electron microscopy, polypyrrole shows a globular morphology of various sizes.

Key words: electropolyperization, film, polypyrrole, corrosion, steel

Е.Г. Бахытжан, Н.Н. Есалы, Г.С. Рахымбай, А.М. Аргимбаева, Х. Авчукир
(КазНУ им. Аль-Фараби,
Алматы, Казахстан, bakhythan.yeldana@gmail.com)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ, ИХ ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА

Аннотация. Электрохимическая полимеризация проводящих полимеров является наиболее удобным и простым способом получения покрытий на поверхности металлов. В процессе синтеза можно контролировать свойства получаемых пленок. В этой работе успешно электросинтезированы полипиррольные, композитные цинк-фосфатные покрытия на мягкой стали марки СТ3. Для исследования защитных свойств полученных покрытий на стали в 3,5% -ном растворе NaCl использовали методы электрохимического импеданса и линейной вольтамперометрии. Синтезированные $Zn_3(PO_4)_2$/ПП ($Zn_3(PO_4)2$/полипиррольные) покрытия показали значительную защиту мягкой стали от коррозии, методами линейной вольтамперометрии (97%) и импедансной спектроскопии (92%), соответственно. Также была исследована морфология синтезированных покрытий. Согласно результатам сканирующей электронной микроскопии, полипиррол проявляет глобулярную морфологию различных размеров.

Ключевые слова: электрополимеризация, пленка, полипиррол, коррозия, сталь.

Введение

Актуальностью использования органических полимерных покрытий в качестве антикоррозионных мер защиты промышленных металлов является их разнообразие, простота получения и потенциально низкая стоимость. Электрохимическая полимеризация является самым удобным и простым методом получения проводящих полимерных пленок на поверхности металлов, поскольку выход по току близок к 100%, также в процессе синтеза можно контролировать свойства пленки. Среди большого количества изученных полимеров, наибольшее внимание заслужили полипиррол (ПП), полианилин и их производные, в виду их простого электрохимического осаждения на различных окисляемых металлах, таких как углеродистая сталь, цинк, алюминий и медь.

Ранее были исследованы проводящие полимеры, используемые в различных целях: защита от коррозии, электрокатализ, накопление энергии, сенсоры и микроэлектроника [1-10]. Однако, защита стали от коррозии обычными полимерами не даёт необходимую механическую и термическую стабильность. Это побуждает к созданию новых полимерных композиций с заданными свойствами [11-15].

Благодаря хорошей проводимости и легкости синтеза полипиррол является одним из самых перспективных полимеров, в тоже время как полианилин и его производные характеризуются своей стабильностью. Изучение полипиррольных покрытий для защиты стали марки 3 от коррозии требует разработки и получения более механически прочных и экономически выгодных покрытий.

Защитный механизм этого типа полимерного покрытия основан на смешанном эффекте изоляции и переноса заряда. Модифицированные полимерно-неорганические композитные материалы могут сочетать в себе свойства проводящих полимеров и неорганических соединений, что даёт значительный синергетический эффект в борьбе с коррозией.

Экспериментальная часть

В данной работе для синтеза и изучения антикоррозионных свойств полимерных покрытий были выбраны следующие реактивы: нитрат цинка, дигидрофосфат аммония и калия-натрия тартрат в качестве фонового электролита, пиррол, растворы хлорида натрия для моделирования коррозионной среды. Использованные в работе реактивы соответствовали марки «хч».

Поляризационные измерения проводили в трехэлектродной ячейке из органического стекла марки Biologic. Ячейку перед опытами мыли горячим раствором соды, большим количеством проточной, а затем бидистиллированной воды, пропаривали и сушили под вакуумом. Непосредственно перед опытом ячейку ополаскивали рабочим раствором.

Рабочим электродом служил стальной электрод марки Ст-3 (d=0.90 см). Вспомогательным электродом являлась платиновая пластина (s=12.96 $см^2$), а электродом сравнения - хлоридсеребрянный электрод.

Потенциодинамические, гальваностатические измерения проводились на электрохимической установке AUTOLAB PGSTAT 302N с компьютерной станцией управления. Все количественные измерения проводились не менее трех раз.

Результаты и обсуждения

Для определения механизма осаждения цинк-фосфатной подложки и определения оптимальных параметров синтеза были произведены измерения методом циклической вольтамперометрии из электролита, содержащего 4×10^{-2} M $Zn(NO_3)_2$ + 2.67×10^{-2} M $NH_4H_2PO_4$ (рисунок 1).

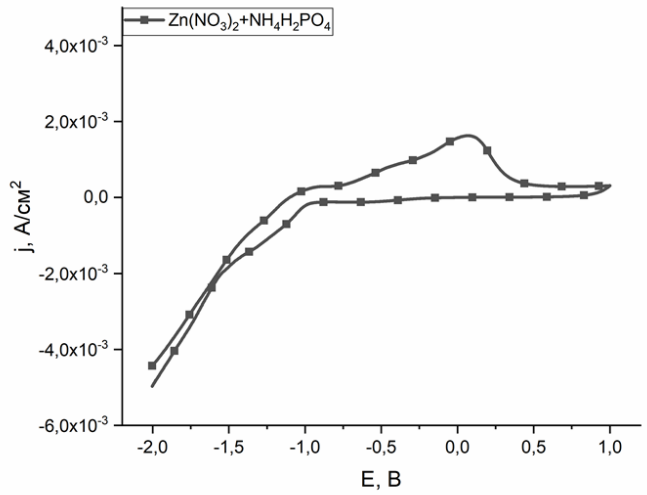


Рис. 1. Циклическая вольтамперограмма раствора 4×10^{-2} M $Zn(NO_3)_2$ + 2.67×10^{-2} M $NH_4H_2PO_4$

Механизм роста фосфата цинка можно обобщить следующим образом: при подходящем потенциале в прикатодной области происходит восстановление нитрат ионов, что приводит к увеличению pH и вызывает перенасыщение приэлектродного слоя ионами Zn^{2+} и PO_4^{3-}. Далее эти ионы вступают в реакцию друг с другом, образуя $Zn_3(PO_4)_2$ на поверхности рабочего электрода. Оптимальные параметры синтеза для цинк-фосфатного слоя были выбраны следующие: в гальваностатическом режиме из раствора, содержащего 4×10^{-2} M $Zn(NO_3)_2$ + 2.67×10^{-2} M $NH_4H_2PO_4$ при плотности катодного тока -10мА/см^2 в течении 30 минут осаждался фосфат цинка. Молярное соотношение цинка к фосфору было выбрано 3:2 для насыщения прикатодной области фосфат ионами.

Для синтеза покрытия из фосфата цинка использовался метод хронопотенциометрии в гальваностатическом режиме на протяжении 30 минут (рисунок 2). На хронопотенциометрической кривой видно, что начальном участке при потенциалах 1,5-2 В происходит восстановление нитрат ионов, а затем при насыщении прикатодной области ионами цинка и фосфат-ионами потенциал стабилизируется и протекает процесс осаждения фосфата цинка на протяжении всего оставшегося времени.

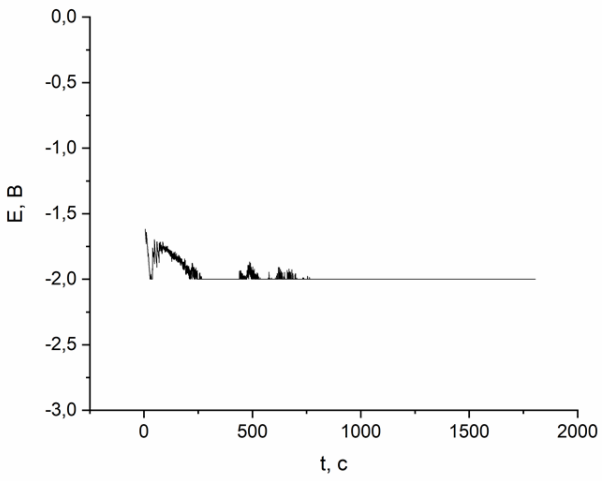


Рис. 2. Кривая осаждения цинк-фосфатной подложки на стальной поверхности из раствора 4×10^{-2} M $Zn(NO_3)_2$ + 2.67×10^{-2} M $NH_4H_2PO_4$

Электропроводность покрытия диэлектрика – фосфата цинка объясняется высокой пористостью покрытия и проницаемостью ионами электролита. Полипиррольное покрытие осаждалось так же методом хронопотенциометрии из раствора 0,5 М Пиррол + 0,1М $KNaC_4H_4O_6$ на протяжении 5 минут (рисунок 3).

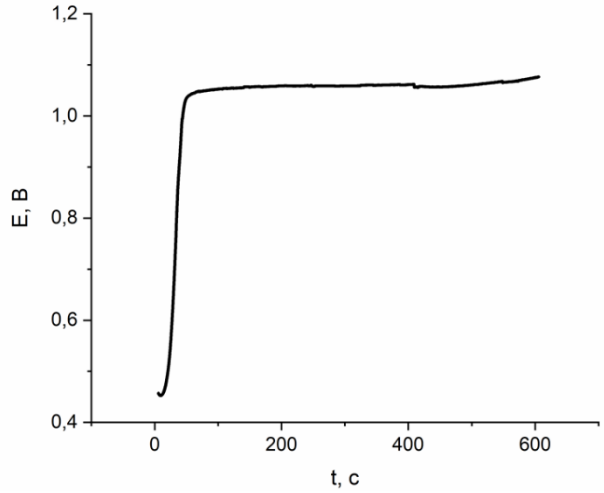


Рис. 3. Хронопотенциограмма электросинтеза полипиррола на цинк-фосфатную подложку из раствора 0,5 М пиррол + 0,1М $KNaC_4H_4O_6$

На кривой хронопотенциометрии окисления пиррола видно, что на начальном участке 5-10 секунд происходит фазообразование пиррола на поверхности и их дальнейшее окисление с ростом цепи при стационарном потенциале +1,05В, точно соответствующем потенциалу необратимого окисления и полимеризации пиррола. Кривая хронопотенциометрии окисления пиррола соответствует механизму окислительному спаривания.

Для измерения антикоррозионных свойств полученных полипиррольных и композитных покрытий были произведены измерения методом линейной поляризации из хлоридсодержащей модельной коррозионной среды (рисунок 4).

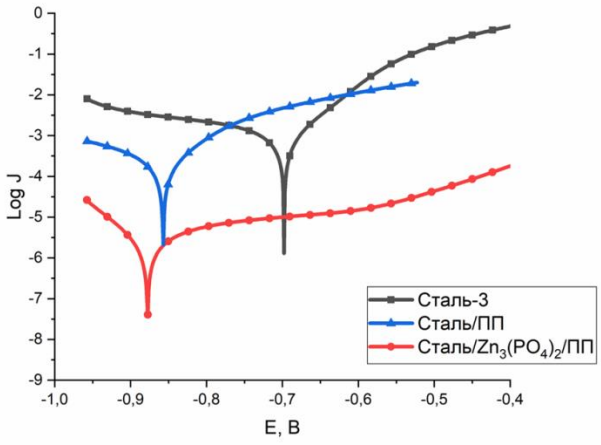


Рис. 4. Поляризационные кривые стального электрода (1), покрытого полипирролом (2) и модифицированного цинк-фосфатной подложкой (3) в хлоридсодержащей среде

Композитное покрытие, состоящее из слоёв фосфата цинка и полипиррола, приводит к заметно большему уменьшению тока коррозии по сравнению с покрытием из полипиррола. Что касается плотности тока коррозии, композитное покрытие фосфата цинка и полипиррола практически остановило растворение металла, выступая в качестве барьера против агрессивных ионов. Цинк-фосфатные покрытия обычно являются пористыми, что способствует высокой адгезии пленки полипиррола к поверхности электрода. В то же время пористость способствует диффузии электролита, что в конечном итоге приведет к коррозии. Снижение токов коррозии для покрытий, разработанных с использованием композитных материалов из фосфата цинка и полипиррола, ясно

указывает на то, что покрытие является более однородным и менее пористым, чем обычное покрытие из фосфата цинка или полипиррола. Покрытия фосфата цинка и полипиррола покрывают всю поверхность стали, что придает ей более однородное покрытие и приводит к снижению скорости коррозии.

Для установления механизма защиты мягкой стали этими пленками, был проведен электрохимический импеданс-спектроскопический анализ. Диаграммы импеданса различных покрытий показаны на рисунке 5. Прежде всего, графики Найквиста представляют емкостный полукруг в области высоких частот. Емкостное поведение нержавеющей стали, покрытого пленкой из полипиррола, связано с коррозионной стойкостью покрытия. Теоретическое моделирование диаграмм Найквиста с помощью специализированного программного обеспечения Nova 1.11 позволяет предложить эквивалентную электрическую схему системы защиты мягкой стали покрытиями из ПП и ЦФ/ПП композитного покрытия.

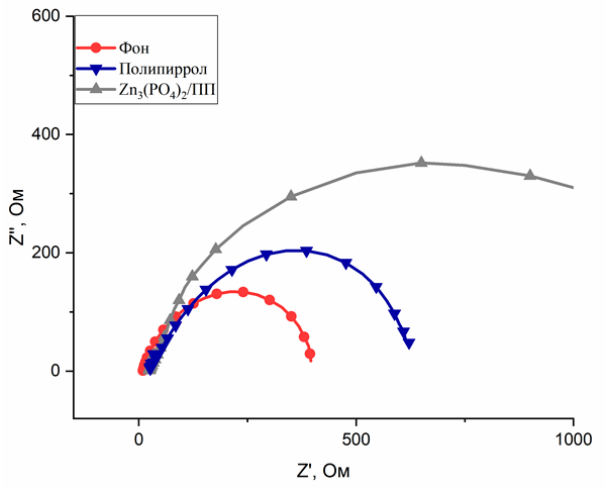


Рис. 5. Кривые Найквиста стального электрода (1), покрытого полипирролом (2) и модифицированного цинк-фосфатной подложкой (3) в хлоридсодержащей среде

Рисунок 6 иллюстрирует эквивалентные схемы поверхности стали, покрытые полимерными пленками: в этих цепях поляризационное сопротивление (R_p) стали с покрытием ЦФ/ПП диаметр полукруга, который является суммой сопротивлений пор (R_{pore}) и переноса заряда (R_{ct}), CPEc - элемент постоянной фазы покрытия, CPE_{dl} - элемент постоянной фазы для ДЭС границы раздела покрытие/раствор и Z_W является импедансом Варбурга. В случае полипиррольного покрытия из-за размера противоиона низкочастотное рассеяние указывает на движение этих ионов через полипиррольную пленку [16].

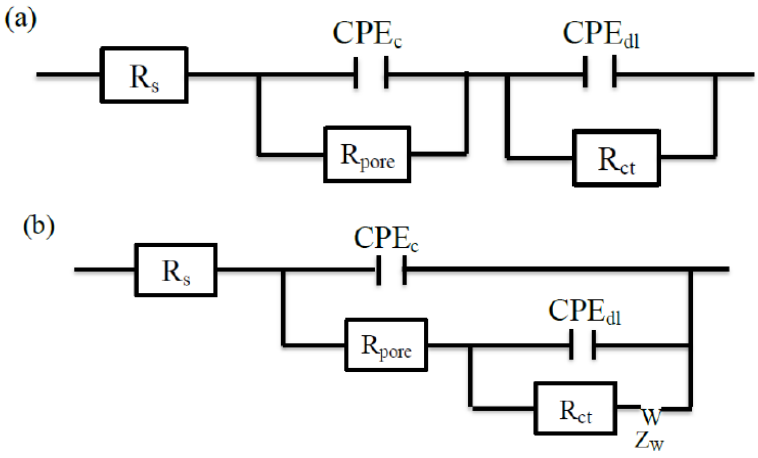


Рис. 6. Эквивалентные схемы полипиррольных покрытий с (b) и без (a) цинк-фосфатной подложки

Емкостная петля на высокой частоте, отражает механизм переноса заряда, а наличие наклонной линии на низких частотах указывает на то, что механизм коррозия находится под контролем диффузионного процесса. Исследования импеданса подтвердили, что коррозионные свойства слоев ЦФ/ПП являются гораздо более контролируемым диффузионным процессом и поэтому обеспечивают более высокую коррозионную стойкость, чем фосфатные и полипиррольные покрытия.

Для анализа морфологии поверхности электросинтезированной композитной цинк-фосфатной полипиррольной пленки были получены снимки на сканирующем электронном микроскопе для обычной мягкой стали и стали с пленкой до и после коррозии в модельной коррозионной среде (рисунок 7). Стальная поверхность после нахождения в агрессивной среде подверглась коррозии, продукты которой видны на микрофотографиях.

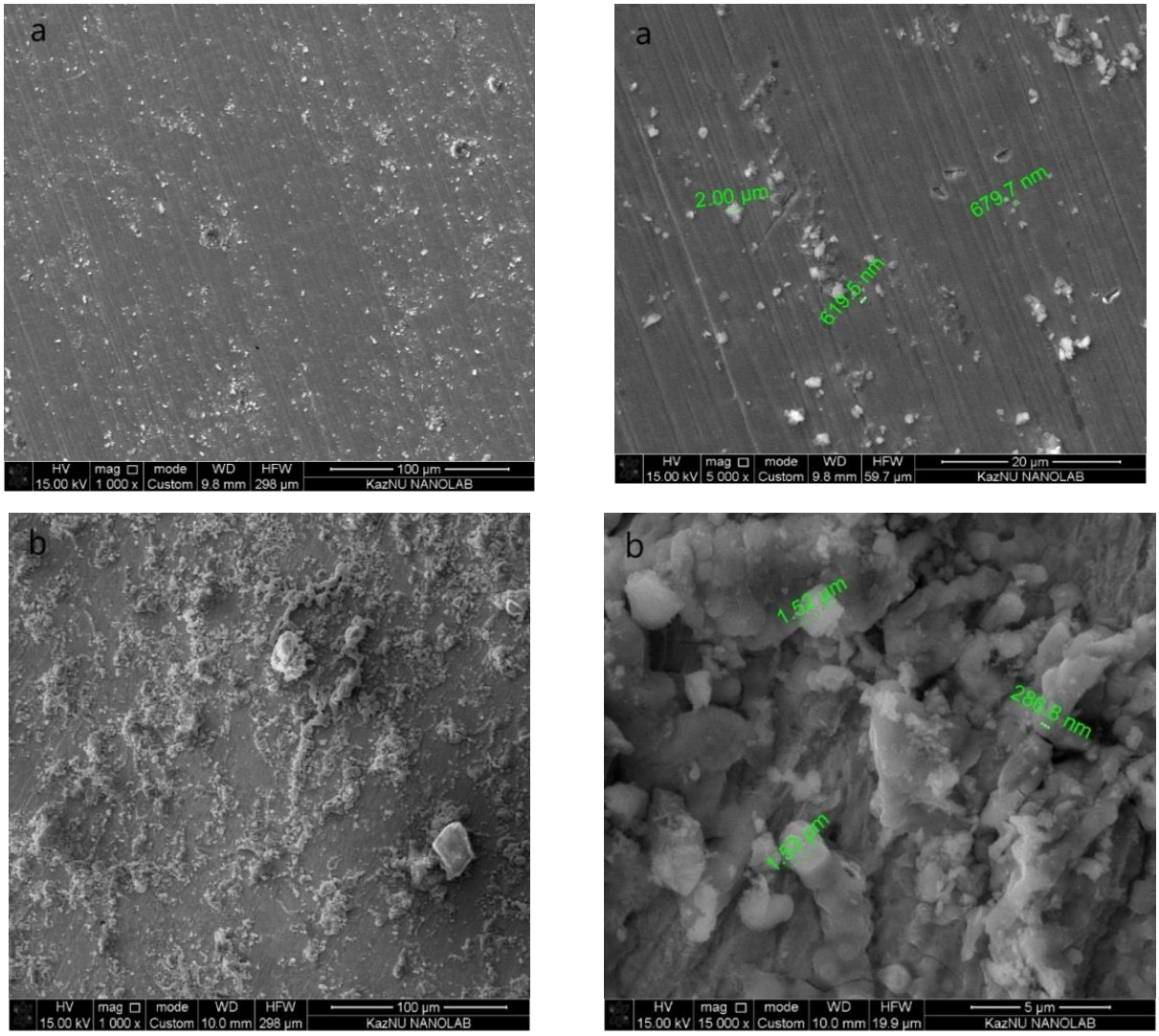


Рис. 7. Поверхность образцов мягкой стали до (a) и (b) после коррозии в хлоридсодержащей модельной среде

Покрытия из фосфата цинка являются пористыми, что доказывают микрофотографии поверхности, на которых видна неоднородная структура на поверхности стали.

Микрофотографии композитного цинк-фосфатного полипиррольного покрытия (рисунок 8) показывают образование плотного толстого покрытия на поверхности фосфата цинка. Это означает, что осаждение полипиррола на цинк-фосфатной подложке может исправить морфологические дефекты покрытия фосфата цинка, и это один из факторов, который улучшит защиту мягкой стали от проникновения агрессивных ионов. Улучшение морфологических свойств остается одной из сильных сторон органо-неорганических покрытий

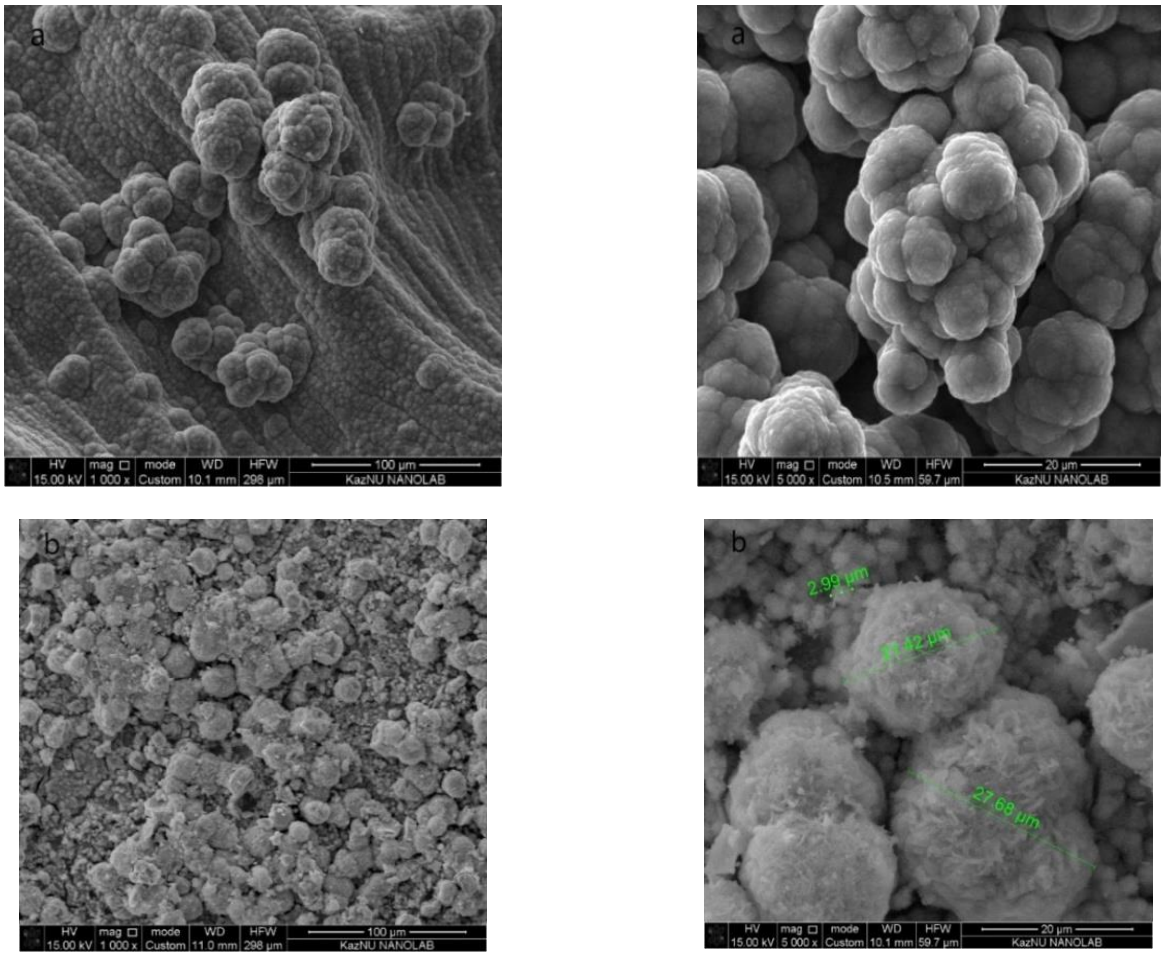


Рис. 8. Поверхность образцов мягкой стали с полимерной цинк-фосфатной пленкой до (a) и (b) после коррозии в хлоридсодержащей модельной среде

На основании данных линейной вольтамперометрии и электродного импеданса были рассчитаны защитные эффекты, представленные на рисунке 9. Значения защитного эффекта, рассчитанные двумя методами согласуются между собой.

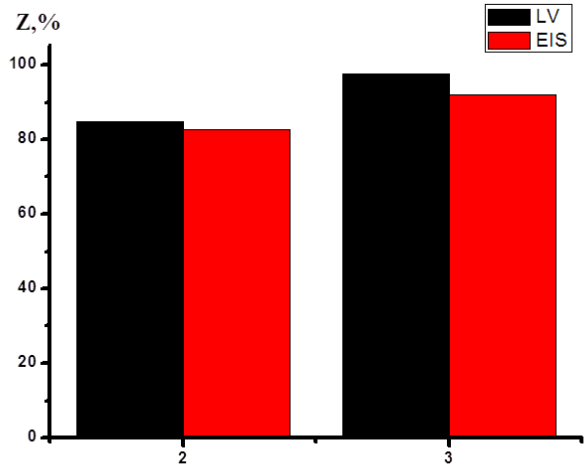


Рис. 9. Сравнение защитных свойств $Zn_3(PO_4)_2$/PP покрытий на стали двумя методами

Заключение

В этой работе успешно электросинтезированы полипиррольные и композитные цинк-фосфатные покрытия на мягкой стали марки СТ3. Механизм электроосаждения фосфата цинка инициируется восстановлением нитрат-ионов на катоде, что приводит к выделению ионов Zn^{2+}. Эти ионы реагируют с PO_3^{4-} ионами с образованием фосфата цинка. Электрополимеризация полипиррола происходит с предшествующей пассивацией поверхности стали тартратным защитным слоем.

По результатам коррозионных измерений в хлоридсодержащей среде, электросинтезированное покрытие состава $Zn_3(PO_4)_2$/полипиррол показало хороший защитный эффект, методами линейной вольтамперометрии (97%) и импедансной спектроскопии (92%), соответственно.

По результатам сканирующей электронной микроскопии полипиррол показывает глобулярную морфологию частиц разных размеров. Осаждение полипиррола на поверхности фосфата цинка, приводит к образованию однородного и компактного осадка и, следовательно, ведет к повышению защитных свойств данного покрытия.

Работа выполнена при поддержке МОН РК по грантовому финансированию по проекту AP05134571 – «Ингибиторная и полимерная нанокомпозитная защита промышленных металлов от коррозии»

ЛИТЕРАТУРА

[1] Томашов Н.Д Коррозия и защита конструкционных металлических материалов : сборник статей / под ред. Н.Д. Томашова. - М.: Машгиз, – 1961. – С. 198-227

[2] С.А.Уморен, М.М.Соломон. Последние разработки по применению полимеров в качестве ингибиторов коррозии/ Открытый Журнал Материаловедения, – 2014. – Т. 8. – №1. – С.39-54.

[3] С. Виси, Г. Бенчик, З. Немет, А. Вертес. Синтез и характеристика химически и электрохимически приготовленных проводящих полимер/железо-оксалатных композитов/ Electrochimica Acta – 2008. – Т. 53. – С. 3942.

[4] К. Юттнер, К.М. Мангольд, М. Ланге, К. Бузек. Получение и свойства композитных полипиррол / Pt каталитических систем / Российский журнал электрохимии. – 2004. –Т.40. – № 3, С. 317-325.

[5] Эль-Джаухари, А. Эль-Асбахани, М. Буабдаллауи, З. Аузал, Д. Филотбс, Е.А. Баззауи, Л. Надь, Г. Надь, М. Баззауи, А. Альбурин, Д. Хартманн. Коррозионная стойкость и антибактериальная активность электросинтезированного полипиррола/Синтетические металлы. – 2017. – Т. 226. –С.15–24.

[6] А. Эль-Джаухари, Д. Филотас, А. Кисс, М. Лаабд, Е. А. Баззауи, Л. Надь, Г. Надь, А. Альбурин, Дж. И. Мартинс, Р. Ван, М. Баззауи, исследование SECM электрохимически синтезированных полипиррольных покрытий из водной среды / Журнал прикладной электрохимии. – 2016. –Т.46. –С. 1199–1209.

[7] А. Х. Эль-Шазлы, А. А. Ваззан, Использование полипирролового покрытия для улучшения коррозионной стойкости стали, погруженной в агрессивные среды./Международный журнал электрохимических наук. – 2012. –Т. 7. – С. 1946–1957.

[8] Р. Чандера, А. К. Райчаудуриб. Электроосаждение линейных пучков наностержней ZnO в водном растворе/ Твердотельные коммуникации. – 2008. – Т.145. – С. 81–85.

[9] С. Краковяк, К. Даровицки, П. Слепский. Импеданс метастабильной точечной коррозии. / Журнал электроаналитической химии. – 2005. – №575. – С. 33.

[10] Г.Т. Бурштейн Пассивная и локализованная коррозия/Коррозия науки. – 2000. – Т.13. – С.1523-1540.

[11] Гинбур А. Электрохимия пассивных пленок, сформированных на нержавеющей стали в фосфорной кислоте/Коррозия науки. – 1990. – №2/3. – С. 189-199.

[12] Я.Чжу, Л. Хао, К. Чжу, Ю. Демей. Синтез и применение полипиррола в профилактике коррозии/ Коррозионная наука и технологии защиты. – 2018. –Т.30. –№5. –С.557-562.

[13] Н.Д. Нам, Д.Ж. Ким, Е.Д. Ли, Е.К. Сон. Влияние термической обработки на коррозионную стойкость полианилина в растворе смеси кислот H_2SO_4–HF/ Коррозионна наука. – 2009. –Т.51. – С.3007–3013

[14] Х. Рю , Н. Шэн, Т. Охцука, С. Фудзита, Х. Кадзияма. Пленка из полипиррола на 55% Al-Zn-покрытой стали для защиты от коррозии. Коррозионна наука. – 2012. – Т.56. – С. 67–77.

[15] Х. Ван, Х. Чжао, Влияние условий электрохимического синтеза на антикоррозионные свойства полианилина/ Коррозионная наука и технология защиты. – 2013. –Т. 25. –№5. С. 359-364.

[16] Д. Браун, Полупроводниковые полимерные светодиоды/ Материалы сегодня. – 2002. –Т.5. – №6. –С. 32-39.

Бахытжан Е.Ғ., Есалы Н.Н., Рахымбай Г.С., Аргимбаева А.М., Авчукир Х.

Полимерлі және модификацияланған қаптамаларды электрохимиялық синтездеу, олардың қорғаныштық қасиеттері

Түйіндеме. Өткізгіш полимерлерді электрохимиялық жолмен синтездеу - металдардың бетіне жабындарды алудың ең ыңғайлы және қарапайым әдісі. Синтез кезінде алынатын қаптамалардың қасиеттерін бақылауға болады. Бұл жұмыста СТ3 маркалы жұмсақ болатқа полипиррол, композиттік мырыш-фосфат қаптамасысәтті синтезделді. Алынған қаптамалардың қорғаныш қасиеттерін зерттеу үшін NaCl 3,5% ерітіндісінде электрохимиялық импеданс және сызықты вольтамметрия әдістері қолданылды. Синтезделген $Zn_3(PO_4)_2$/полипирролды қаптамалар жұмсақ болаттың коррозиядан қорғаныштығын сызықты вольтамметриямен (97%) және импеданс спектроскопиясымен (92%), сәйкесінше көрсетті. Сонымен қатар, синтезделген қаптамалардың морфологиясы зерттелді. Сканерлеуші электронды микроскопиясының нәтижелері бойынша полипиррол әртүрлі мөлшердегі глобулярлық морфологияны көрсетеді.

Түйін сөздер: электрополимеризация, қаптама, полипиррол, коррозия, болат.

УДК 62.99.29

Kh.Kh. Valiyev[1], **A.G. Bulayev**[1, 2], **A.U. Bugubayeva**[1], **A.B. Amandykova**[1], **Ye.A. Simanchuk**[1]
([1] A. Baitursynov Kostanay State University, Kostanay, Kazakhstan, alia-almaz@mail.ru
[2] FIC Biotechnology RAS, Moscow, Russia)

RESEARCH OF THE EFFECTS OF VARIOUS OXIDIZING AGENTS ON THE PROCESS OF EXTRACTING URANIUM FROM LEAN ORE

Abstract. Leaching of uranium from lean ore by means of various oxidizing agents was studied. Leaching was carried out by means of solutions of sulfuric acid and also oxidizers: ferric sulfate ($Fe_2(SO_4)_3$), ammonium persulfate ($(NH_4)_2S_2O_8$) and potassium permanganate ($KMnO_4$). Besides, for leaching the test of acidic subdump water which is selected on the field of uranium, the containing 6.86 g/l of Fe3 was held. Extent of leaching of uranium by means of solutions of sulfuric acid without addition of oxidizers did not exceed 19.4%. Use of oxidizing agents allowed to raise extent of extraction of uranium: in the presence of ferric sulfate, ammonium persulfate and potassium permanganate it was succeeded to take up to 68, 95 and 69% of uranium respectively. Extent of extraction of uranium when using subdump water for leaching was high and reached 95%. Thus, results of this work show that not only reagents-oxidizers, but also the acidic wastewater which are formed in the course of spontaneous biooxidation of sulphidic minerals can be used for increase in extent of extraction of uranium from ores.

Key words: uranium, leaching, lean ore, oxidizing agents, acid wastewater, subdump water.

Х.Х. Валиев[1], А.Г. Булаев[1, 2], А.У. Бугубаева[1], А.Б. Амандыкова[1], Е.А. Симанчук[1]
([1]Костанайский государственный университет
имени А. Байтурсынова, г. Костанай, Казахстан, alia-almaz@mail.ru
[2]ФИЦ Биотехнологии РАН, г. Москва, Россия)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ИЗВЛЕЧЕНИЯ УРАНА ИЗ БЕДНОЙ РУДЫ

Аннотация. Было изучено выщелачивание урана из бедной руды с помощью различных окислителей. Выщелачивание проводили с помощью растворов серной кислоты, а также окислителей: сульфата трехвалентного железа ($Fe_2(SO_4)_3$), персульфата аммония ($(NH_4)_2S_2O_8$) и перманганата калия ($KMnO_4$). Кроме этого, для выщелачивания использовали пробу кислой подотвальной воды, отобранную на месторождении урана, содержащие 6.86 г/л Fe^{3+}. Степень выщелачивания урана с помощью растворов серной кислоты без добавления окислителей не превышала 19.4%. Использование окислителей позволило повысить степень извлечения урана: в присутствии сульфата трехвалентного железа, персульфата аммония и перманганата калия удалось извлечь до 68, 95 и 69% урана соответственно. Степень извлечения урана при использовании подотвальной воды для выщелачивания была высокой и достигла 95%. Таким образом, результаты данной работы показывают, что не только реагенты-окислители, но и кислые сточные воды, формирующиеся в процессе спонтанного биоокисления сульфидных минералов, могут быть использованы для повышения степени извлечения урана из руд.

Ключевые слова: уран, выщелачивание, бедная руда, окислители, кислые сточные воды, подотвальная вода.

Введение

Разработка и внедрение эффективных методов переработки минерального сырья является одним из ключевых факторов, определяющих научный и технологический прогресс. Внедрение новых технологий для добычи минерального сырья является стратегически важной задачей для Республики Казахстан так ее минеральные ресурсы активно разрабатываются десятилетиями, а горно-металлургический комплекс (ГМК) является важнейшим сектором для ее экономики [1].

В последние десятилетия наблюдается тенденция снижения содержания металлов в добываемых рудах, что вынуждает перерабатывать забалансовые и бедные руды, а также отходы обогащения для добычи металлов [2, 3]. Все это приводит к повышению себестоимости добычи целевых компонентов, а также к росту объема отходов, которые образуются на предприятиях ГМК. Поэтому необходима разработка новых технологий, включая гидрометаллургические, которые позволят вовлекать в переработку бедное и забалансовое сырье [4].

Республика Казахстан – мировой лидер в производстве урана и обладает примерно 13% его мировых ресурсов [5]. Поэтому разработка технологий извлечения урана является важной для развития металлургии Республики. Так как состояние минерально-сырьевой базы вызывает необходимость перерабатывать руды с низким содержанием урана (десятые доли процента), большая часть урана извлекается из руд с использованием сернокислотного выщелачивания или выщелачивания с помощью растворов карбонатов [6–8]. Чтобы увеличить эффективность сернокислотного выщелачивания применяются различные окислители, такие как оксид марганца, хлорат натрия, пероксид водорода и трехвалентного железа, которые позволяют окислять четырехвалетный уран, содержащихся в таких минералах как уранинит (UO_2), до шестивалентного, что приводит к его растворению [7-10]. Уран из продуктивных растворов может быть извлечен с использованием ионообменных смол [11]. Использование окислителей позволяет интенсифицировать процесс сернокислотного выщелачивания, но при этом несколько усложняет и удорожает процесс извлечения урана, т.к. расход окислителей при выщелачивании урановых руд может быть весьма значительным, а их использование приводит к коррозии оборудования и требует соблюдения особых мер безопасности при транспортировке и хранении [6].

Биовыщелачивание с использованием ацидофильных микроорганизмов способных окислять двухвалентное железо, которое успешно применяется для переработки сульфидных руд и концентратов [12], является альтернативой использованию химических окислителей. Процесс биоокисления двухвалентного железа, которое часто содержится в урансодержащих рудах, позволяет получать выщелачивающие растворы с высоким содержанием ионов трехвалентного железа, которые взаимодействуют с минералами урана, окисляя U^{4+} до U^{6+} [6, 13]:

$$UO_2 + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow UO_2SO_4 + 2FeSO_4 \qquad (1)$$

Необходимо отметить, что процессы биоокисления сульфидных минералов зачастую происходят спонтанно на заброшенных месторождениях и в местах хранения отходов обогащения и металлургии из-за контакта сульфидных минералов, содержащихся в отвальных породах и отходах с водой и кислородом воздуха [14]. Такие процессы приводят к образованию кислых сточных вод, которые зачастую содержат достаточно высокие концентрации ионов железа и цветных металлов. В нашей предыдущей работе мы исследовали химический состав подотвальных вод и маточных растворов участка кучного выщелачивания руд месторождения «Восток» (Акмолинская область, Республика Казахстан). Кроме того, был исследован состав микробиоценозов этих растворов [15]. Было показано, что пробы растворов содержали от 1,3 до 9 г/л ионов Fe^{3+} и следовые количества ионов Fe^{2+}, pH растворов составлял от 1,17 до 2,18. Во всех пробах были обнаружены ацидофильные микроорганизмы различных групп. Таким образом, было показано, что в процессе кучного кислотного выщелачивания из-за спонтанных процессов биоокисления образуются растворы с высоким содержанием окислителя (иона трехвалентного железа), который может быть использован для выщелачивания различных металлов.

Методы

Целью данной работы было исследовать влияние различных окислителей (сульфат трехвалентного железа, персульфата аммония, перманганата калия) на сернокислотное выщелачивание урана из бедной руды месторождения «Восток». Кроме окислителей для выщелачивания использовали пробу кислой подотвальной воды, содержащую ионы железа и клетки микроорганизмов, отобранную на том же месторождении.

Для проведения эксперимента использовали руду крупностью –0,055 мм, содержащую 0,285% урана в виде уранинита. Плотность пульпы составила 25% (Т : Ж=1:4). Выщелачивание проводили на шейкере при 180 об/мин при температуре 28°С. Время выщелачивания составило от 4 до 16 часов. Выщелачивание проводили с помощью растворов серной кислоты с концентрацией от 10 до 30 г/л. В качестве окислителей использовали сульфат трехвалентного железа $Fe_2(SO_4)_3$, персульфат аммония $(NH_4)_2S_2O_8$ и перманганат калия $KMnO_4$ в растворах с различной концентрацией.

Проба кислых подотвальных вод с pH около 1,5, которую использовали для выщелачивания, отобранная на месторождении «Восток», содержала 6,86 г/л Fe^{3+} и около 1×10^6 кл/мл бактерий *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

Результаты и обсуждаения

Результаты выщелачивания с помощью растворов серной кислоты представлены в таблице 1. Несмотря на то, что концентрация серной кислоты была достаточно высокой (до 30 г/л), извлечение урана было достаточно низким и не превышало 19.4%. Расход серной кислоты был достаточно высоким и составил от 50 до 150 кг/т.

Таблица 1. **Результаты выщелачивания урана с помощью растворов серной кислоты**

Концентрация H_2SO_4, г/л	10	15	20	25	30
Извлечение урана, %	1.5	1.9	9.9	17.9	19.4
Потребление H_2SO_4, кг/т	50	75	100	125	150

Таким образом, было показано, что выщелачивание с помощью растворов серной кислоты без внесения окислителей не позволило достигнуть высокой степени извлечения урана.

В экспериментах с окислителями концентрация серной кислоты составляла 20 г/л. Результаты экспериментов представлены на рисунках 1–3. Все использованные окислители позволили поднять степень извлечения урана по сравнению с кислотным выщелачиванием.

В экспериментах с сульфатом трехвалентного железа (1,16–5,8 г/л) повышение концентрации ионов трехвалентного железа приводило к повышению степени извлечения урана. Максимальная степень извлечения урана в раствор была максимальной (68%) при концентрации сульфата трехвалентного железа 5,8 г/л.

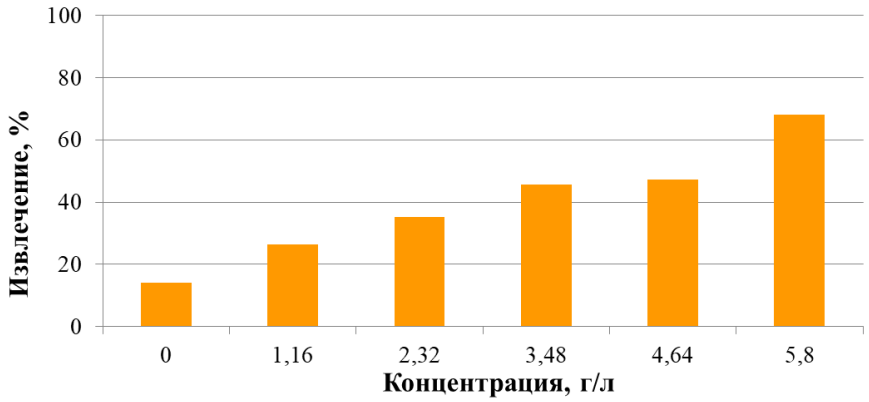


Рис. 1. Выщелачивание урана растворами $Fe_2(SO_4)_3$

В экспериментах с персульфатом аммония (рисунок 2) в качестве окислителя его концентрация составила от 2,5 до 30 г/л. Было показано, что степень извлечения урана в раствор была максимальной (95,2%) в присутствии максимальной концентрации окислителя.

Результаты экспериментов по выщелачиванию урана перманганатом калия (в концентрации от 0,5 до 3 г/л) представлены на рисунке 3. Было установлено, что в присутствии 1,5-3,0 г/л перманганата калия степень выщелачивания урана составила от 64,0 до 69,6%.

Таким образом, персульфат аммония был наиболее эффективным для выщелачивания урана из руды.

Результаты выщелачивания с использованием пробы кислой подотвальной воды представлены на рисунке 4. Было показано, что степень извлечения урана была достаточно высокой и достигала 95%. При этом степень выщелачивания не изменялась значительно после 4 часов выщелачивания.

Таким образом, степень выщелачивания урана при использовании пробы кислой подотвальной воды такой же высокой, как и при использовании персульфата аммония в качестве окислителя. Поэтому было показано, что в качестве выщелачивающего раствора могут быть использованы кислые сточные воды, которые образуются в местах складирования отработанных рудных штабелей.

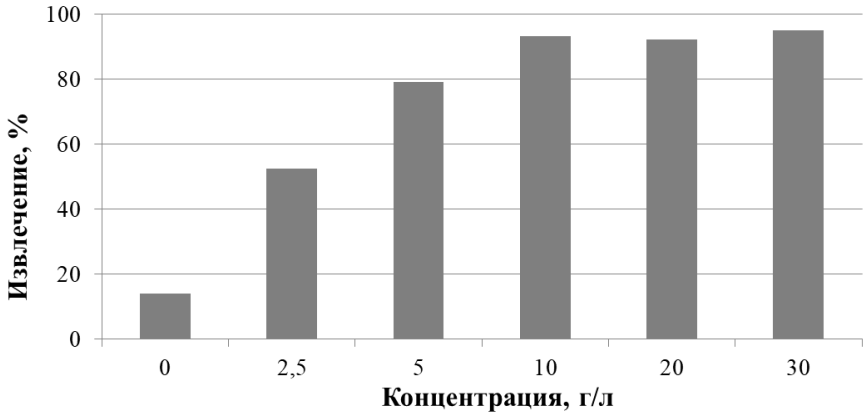


Рис. 2. Выщелачивание урана растворами $(NH_4)_2S_2O_8$

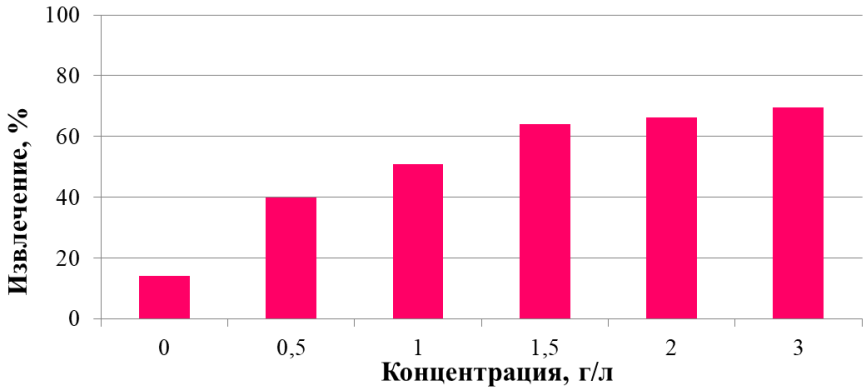


Рис. 3. Выщелачивание урана растворами $KMnO_4$

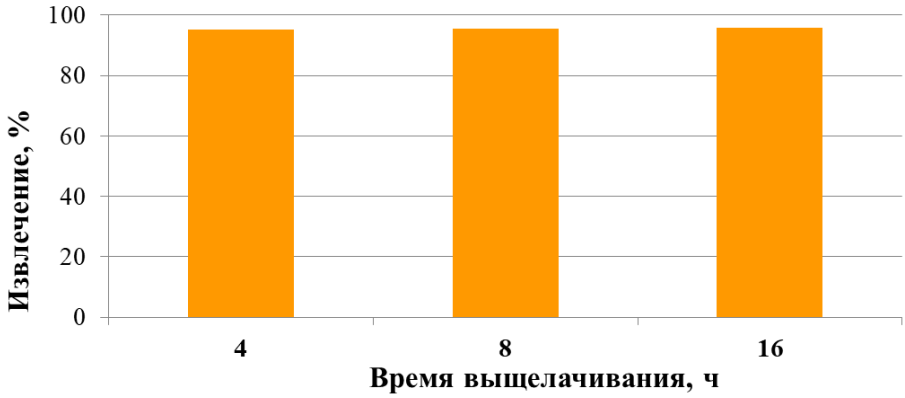


Рис. 4. Выщелачивание кислой подотвальной водой

Выводы

Таким образом, в данной работе было показано, что степень выщелачивания урана из бедной руды повышалась в присутствии изученных окислителей по сравнению с сернокислыми растворами и зависела от их концентрации. Наиболее высокие степени выщелачивания урана были достигнуты в экспериментах с персульфатом аммония и пробой кислой подотвальной воды. Поэтому можно прийти к заключению, что для выщелачивания урана из бедных руд могут быть использованы не только реагенты-окислители, но и кислые сточные воды, которые образуются в результате спонтанных процессов биоокисления в местах складирования отходов обогащения и добычи. Применение кислых сточных вод для выщелачивания может быть перспективным подходом с экономической точки зрения, так как позволит избежать использования опасных и дорогостоящих реагентов-окислителей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Медетбекова А.Д., Ишекенова М.Б. Горно-металлургическая промышленность Республики Казахстан: итоги 2016 года и оперативные данные за 2017 год // АО «Рейтинговое Агентство РФЦА». www.rfcaratings.kz. (дата обращения: 25.09.2019 г.)

[2] Norgate T., Haque N., Koltun P. The impact of uranium ore grade on the greenhouse gas footprint of nuclear power. Journal of Cleaner Production. – 2014. – V. 84. – P. 360–367.

[3] West J. Decreasing Metal Ore Grades: Are They Really Being Driven by the Depletion of High-Grade Deposits. Journal of Industrial Ecology. – 2011. – V. 15(2) . – P. 165–168.

[4] Petersen J. Heap leaching as a key technology for recovery of values from low-grade ores – A brief overview. Hydrometallurgy. – 2016. – V. 165. – P. 206–212.

[5] World Nuclear Association. Information library. https://www.world-nuclear.org/Information-Library.aspx. (дата обращения: 26.09.2019 г.)

[6] Носков М.Д. Добыча урана методом скважинного подземного выщелачивания: учебное пособие. – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010. – 83 с.

[7] Lunt D., Boshoff P., Boylett M., El-Ansary Z. Uranium extraction: the key process drivers. The J. of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. – 2007. – V. 107. – P. 419–426.

[8] Huang J., Li M., Zhang X., Huang C., Wu X. Extraction of uranium from tailings by sulfuric acid leaching with oxidants. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – V. 69. – 012050.

[9] Venter R,, Boylett M. The evaluation of various oxidants used in acid leaching of uranium. Hydrometallurgy Conference 2009, Southern African Inst. Mining and Metallurgy. – 2009. – P. 445–456.

[10] Acid In Situ Leach Uranium Mining: 1 - USA and Australia Gavin M. Mudd https://web.archive.org/web/20090913063945/http://www.sea-us.org.au/pdfs/tmw00/TMW00-Oz-USA.pdf. (дата обращения: 26.09.2019 г.)

[11] Kolomiets D.N., Troshkina L.D., Sheremet'ev M.V., Konopleva L.V. Sorption of uranium from sulfuric acid leaching solutions by strongly basic anion exchangers. Russ. J. Appl. Chem. – 2016. – V. 78 (5). – P. 722–726.

[12] Булаев А.Г., Першина Е.В., Украинцев И.В. Состояние развития современных биогидрометаллургических технологий и перспективы их использования в России. Цветные металлы. – 2016. – № 10 (886). – С. 29–35.

[13] Abhilash, Pandey B.D. Microbially Assisted Leaching of Uranium - A Review. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review: An International Journal. – 2013. – V. 34(2). – P. 81–113.

[14] Булаев А.Г., Пименов Н.В. Биотехнологические методы очистки сточных вод цветной металлургии. Биотехнология. – 2015. – № 3. – С. 8–29.

[15] Валиев Х.Х., Жарлыгасов Ж.Б., Амандыкова А.Б., Бугубаева А.У. Аборигенная микробиота уранового месторождения «Восток» // ISSN 2218-5194, «Известия» ТулГУ. - 2018. – выпуск 3. - стр. 18-27.

Валиев Х.Х.., Булаев А.Г., Бугубаева А.У., Амандыкова А.Б., Симанчук Е.А.

Изучение влияния различных окислителей на процесс извлечения урана из бедной руды

Түйіндеме. Уранды ұсақталған рудадан күкірт қышқылы мен тотықтырғыш заттардың ерітінділерін қолдану арқылы зерттеді: феррофосфат, аммоний персульфаты және калий перманганаты. Уран қабатынан алынған қышқыл жертөле суының сілтісіздендіру әдісі де сілтісіздендіруге пайдаланылды. Уранды күкірт қышқылының ерітінділерімен тотықтырғыш қоспасыз сілтілеу деңгейі 19,4% -дан аспады. Тотықтырғыш заттарды қолдану уранды алу дәрежесін жоғарылатуға мүмкіндік берді. Жер асты суларын сілтісіздендіруге пайдаланған кезде уранның алыну деңгейі жоғары болды және 95% жетті. Осылайша, осы жұмыстың нәтижелері тек қана тотықтыратын реагенттерді ғана емес, сонымен қатар сульфидті минералдардың стихиялық биоксидтенуі кезінде пайда болған қышқыл сарқынды суларды кендерден уран алу дәрежесін жоғарылатуға болатындығын көрсетті.

Түйін сөздер: уран, сілтілендіру, май кені, тотықтырғыш заттар, қышқыл ағынды сулар, жер асты сулары.

УДК 661.526.5

U. Besterekov, A. D. Kydyralieva, K.N. Urakov, A. A. Bolysbek, I.A. Petropavlovskiy
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,
Russian Chemical-Technological University named after D.I. Mendeleyev's
E-mail: aziza_kydyralieva@mail.ru, besterek_80@mail.ru, ipetropavlovsky@gmail.com, aidarali@mail.ru)

RESULTS OF COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL STUDIES ON THE PRODUCTION OF NPK FERTILIZERS WITH A REGULATED RATIO OF NUTRIENTS

Abstract. Computational-eksperimentalnyi research on the preparation NPK fertilizers with adjustable sootnosheniem nutrients. As a result of the studies established the feasibility of collecting NPK fertilizers with adjustable nutrient balance, based on 64 - 71% of the concentration of the solution of ammonium nitrate, obtained by traditional technology of production of ammonium nitrate after the first stage residue, as well as phosphate and potassium chloride. A mathematical model for regulating the ratios of nutrients in the target product has been developed. Calculation and experimental methods of the products obtained with the ratio of nutrients $N:P_2O_5:K_2O$ 10:9,0:9,0; 15:7,5:7,5; 16:7,0:7,0; 18:6,0:6,0 in % or mass ratios 1,1:1:1; 2:1:1; 2,28:1:1; 3:1:1. The composition and properties of production samples were studied with the use of normative methods of analysis, the consumption parameters of the initial substances per 1 ton of the target product were determined, the nutrient content of the product was found. The calculated and experimental data are in good agreement - the average deviation between the experimental and calculated values does not exceed 1.0%. From the results of the research it follows that the NPK fertilizers obtained fully meet the regulatory requirements for serial production of fertilizer products.

Key words: ammonium nitrate solution, phosphate flour, nutrients, nitrogen, phosphorus pentoxide, NPK - fertilizers.

У. Бестереков, А.Д. Кыдыралиева, К.Н. Ураков,
А.А. Болысбек, И.А. Петропавловский
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
Москва, Российская Федерация
E-mail: aziza_kydyralieva@mail.ru, besterek_80@mail.ru, ipetropavlovsky@gmail.com, aidarali@mail.ru)

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОЛУЧЕНИЮ NPK - УДОБРЕНИЙ С РЕГУЛИРУЕМЫМ СООТНОШЕНИЕМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. В работе приведены результаты исследований по получению NPK - удобрений с регулируемым соотношением питательных веществ на основе 64 - 71% концентрации раствора аммиачной селитры, представляющего собой промежуточной раствор производства аммиачной селитры по традиционной технологии – технологический раствор после первый ступени выпарки, а также фосфоритной муки и хлорида калия**.** Разработана математическая модель регулирования соотношений питательных элементов – азота, пятиокиси фосфора и окиси калия в целевом продукте, составлены расчетные аналитические выражения. Расчетно-экспериментальными методами выявлена практическая возможность получения NPK - удобрений с регулируемым соотношением питательных элементов $N:P_2O_5:K_2O$ в продукционных образцах 10:9,0:9,0; 15:7,5:7,5; 16:7,0:7,0; 18:6,0:6,0 в % или в массовых соотношениях 1,1:1:1; 2:1:1; 2,28:1:1; 3:1:1. С использованием нормативных методик анализа изучены состав и свойства целевых продуктов, вычислены расходные показатели исходных веществ в расчете на 1т продукционного NPK-удобрения, найдены содержания питательных веществ в последнем. Установлено, что расчетные данные по регулированию соотношений питательных веществ в целевых продуктах хорошо согласуются с результатами экспериментальных исследований - среднее отклонение между опытными и расчетными величинами не превышает 1,0%. Показано, что получаемые NPK - удобрения по качеству, а также по основным физико-химическом свойства, достаточно полно отвечают нормативным требованиям, предъявляемым к удобрительной продукции серийного производства.

Ключевые слова: раствор аммиачной селитры, фосфоритная мука, питательные вещества, азот, пятиокись фосфора, окись калия, NPK - удобрения.

Ведение. Разработка технологий получения сложных удобрений с регулируемым соотношением питательных веществ в их составе [1-6] имеет важное прикладное значение [7,8], так как при этом открывается реальная возможность приведения качества выпускаемой удобрительной

продукции к любым агрохимическим требованиям [9,10], устанавливаемым с учетом вида выращиваемой сельскохозяйственной культуры, а также качественных показателей почвенного покрова посевной территории.

Методика исследований. Сущность разработанной технологии получения NPK-удобрений с регулируемым соотношением питательных веществ в их составе заключается в нижеследующем. Раствор аммиачной селитры концентрации 64-71% и температуры 110-130°С известного объема смешивается с расчетными массами фосфоритной муки и хлорида калия. В полученную смесь добавляется также расчетная масса модифицирующих минеральных добавок. При этом, в качестве исходной жидкой системы берут раствор аммиачной селитры, получаемый по традиционной технологии производства аммиачной селитры на выходе из первой ступени выпарки. В качестве фосфатного сырья используют фосфоритную муку. В качестве источника калия применяют наиболее доступное на рынке калиевую соль – хлорида калия. Модифицирующие минеральные добавки представляют собой сульфаты железа и аммония, массы которых берут в количествах, обеспечивающих требуемые массовые соотношения питательных элементов в получаемых продуктах. Полученная суспензионная смесь тщательно перемешивается и при температуре 120-130°С подается на форсунки, а оттуда распыляется в барабан - гранулятор, где высушивается сушильным агентом в прямоточном режиме и гранулируется.

Результаты и их обсуждение. В соответствии с агрохимическими требованиями соотношения питательных веществ в продукционном NPK-удобрений можно задавать в виде: $N:P_2O_5:K_2O$ = c:d:f, где с – ожидаемое содержание азота в получаемом NPK удобрении, в %; d – ожидаемое содержание P_2O_5 в получаемом NPK удобрении, в %; f - ожидаемое содержание K_2O в получаемом NPK удобрении, в %

При известных данных о массе аммиачной селитры (а) в исходном растворе аммиачной селитры концентрации 64-71%, содержания азота в нем (х) по ГОСТ 2-2013, в %, содержания P_2O_5, в добавляемой к раствору аммиачной селитры фосфоритной муке (у) марки ФМ-2 по СТ.ТОО 930640000252-01-2011, в %, содержания K_2O, в добавляемом к раствору аммиачной селитры хлориде калия (z) по ТУ 2184-048-00203944-2014, в %, могут быть вычислены по выражениям видов:

- масса получаемого NPK удобрения $M_{прод} = \frac{ax}{c}$;
- расчетная масса, добавляемой в раствор аммиачной селитры фосфоритной муки $b = \frac{M_{прод} \cdot d}{y}$;
- расчетная масса, добавляемого в раствор аммиачной селитры - хлорида калия $e = \frac{M_{прод} \cdot f}{z}$;
- общая масса модифицирующих минеральных добавок, необходимая для дополнительного введения в расчетную смесь раствора аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия

$$м_д = M_{прод} - (а+в+е)$$

В целевые задачи проведенных исследований входило получение NPK-удобрений с соотношениями питательных элементов в продукционных образцах $N:P_2O_5:K_2O$ = 10:9,0:9,0; 15:7,5:7,5; 16:7,0:7,0; 18:6,0:6,0 в %-х или соответственно в массовых соотношениях 1,1:1:1; 2:1:1; 2,28:1:1; 3:1:1.

Экспериментальные исследования по получению NPK удобрений на основе аммиачной селитры, фосфоритной муки и хлорида калия проводились в лабораторных условиях ЮКГУ им. М. Ауэзова, а их опытная отработка - на опытном участке производства аммиачной селитры АО «КазАзот».

Результаты выполненных исследований, а также установленные расходные показатели исходных веществ, состав и свойства получаемых целевых продуктов в расчете на выпуск 1 т NPK - удобрения, сведены в таблицы 1-3.

Таблица 1. **Результаты расчетно-экспериментальных исследований**

№ п/п	Содержание питательных веществ, в NPK продукте по расчету, мас. %			Содержание питательных веществ, в NPK продукте по эксперименту, мас. %			Расхождение расчетных и экспериментальных результатов, в %		
	N,	$P_2O_{5\ общ}$	K_2O	N,	$P_2O_{5\ общ}$	K_2O	N,	$P_2O_{5\ общ}$	K_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	8	9
1	10,0	9,0	9,0	9,57	9,74	8,65	-0,43	+0,74	-0,35
2	15,0	7,5	7,5	14,68	8,00	7,20	-0,32	+0,50	-0,30
3	16,0	7,0	7,0	15,96	6,75	6,65	-0,04	-0,25	-0,35
4	18,0	6,0	6,0	17,82	5,98	5,75	-0,18	-0,02	-0,25

Таблица 2. **Расходные показатели исходных веществ в расчете на 1 т целевого продукта, содержание питательных веществ в нем**

№ п/п	Расход исходных веществ					Содержание питательных элементов в целевом продукте	Массовые соотношения питательных элементов целевом продукте
	АС	H_2O	ФМ	KCl	Минеральная добавка	N/ P_2O_5 /K_2O, в %/%/%	N/ P_2O_5/K_2O,
	т	т	т	т	т		
1	1	2	3	4	5	6	7
2	0,291	0,119	0,529	0,145	0,035	10/9/9	1,1/1/1
2	0,436	0,178	0,441	0,121	0,002	15/7,5/7,5	2/1/1
3	0,465	0,190	0,412	0,113	0,010	16/7/7	2,28/1/1
4	0,523	0,213	0,353	0,096	0,028	18/6/6	3/1/1

Таблица 3. **Состав и основные физико-химические свойства получаемых NP- удобрений**

№ п/п	Массовое соотношение питательных веществ в продукте, N:P_2O_5:K_2O	Содержания питательных веществ в продукте, в %				Влажность продукта, в %	Прочность гранул продукта Н/гр	pH 10% раствора	Гранулометрический состав целевого продукта, масс. %	
		N	$P_2O_{5общ}$	$P_2O_{5усв}$	K_2O				1-4мм	2-4 мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	1,1:1:1	10	9,0	7,25	9,0	0,17	66,15	6,65	89-91	78-80
3	2:1:1	15	7,5	6,43	7,5	0,16	62,47	6,55	92-98	81-88
4	2,28:1:1	16	7,0	6,00	7,0	0,15	60,65	6,50	93-98	83-89
5	3:1:1	18	6,0	5,14	6,0	0,17	58,68	6,47	93-98	84-89

В условиях проведенных исследований анализ состава и свойств композиционных составляющих и полученного удобрения проводился по методикам, приведенным в нормативной документации на удобрения:

- содержание азота общего в NPK – удобрении - по ГОСТ 30181.6-94;
- содержания $P_2O_{5общ}$; $P_2O_{5усв}$; $P_2O_{5в/р}$ в NPK удобрении – по ГОСТ 20851.2-75;
- содержание массовой доли калия в NPK – удобрении - по ГОСТ 20851.3-93;
- содержание влаги в продукте – по ГОСТ 20851.4, на влагомере Mettler Toledo
- прочность гранул NPK удобрения – на приборе ИПГ – 1М;
- pH 10% раствора - на приборе И-160 МИ

Как видно из таблицы 1, расчетные и экспериментальные данные хорошо согласуются. Среднее отклонение между опытными и расчетными величинами не превышает 1,0%. Из данных таблиц 2.3 также следует, что получаемые при этом NPK - удобрения достаточно полно отвечают нормативным требованиям, предъявляемым к удобрительной продукции серийного производства.

Вывод. Таким образом, разработана математическая модель регулирования соотношений питательных элементов в NPK- удобрительной продукции, и она, вполне обоснованно, может быть рекомендована к практическому применению.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Российская Федерация, патент №2216526; МПК C05B 11/06 (2006.01), C05G1/00 (2006.01). Абрамов О.Б., Способ получения сложного NPK – удобрения с регулируемым соотношением питательных веществ. №2002125154/12, Заявл. 19.09.2002; Опубл. 20.11.2003.

[2] Российская Федерация, патент № 2378232; C05C 1/00 (2006.01). Абрамов О.Б., Бойков С.В., Захарова О.М., Киселевич П.В., Медянцева Д.Г. Способ получения сложного азотно-фосфорного минерального удобрения. ЗАО «ЗМУ Кирово-Чепецкого химического комбината (RU), № 2008133089/15; Заявл. 11.08.2008; Опубл. 10.01.2010.

[3] Российская Федерация, патент №2626947; МПК C01C 1/00 (2006.01), C05C 1/00 (2006.01), A01P 21/00 (2006.01). Туголуков А.В., Валышев Д.В., Елин О. Л. Фосфор калий азот содержащее NPK – удобрение и способ получения гранулированнного фосфоркалий-азотсодержащего NPK – удобрения. АО «Минерально-химическая компания «ЕвроХим» (RU), № 2016107776; Заявл. 03.03.2016; Опубл. 02.08.2017.

[4] Овчинников Л. Н., Тюренкин С. В., Королёв Д. А. Математическая модель по регулированию химического состава гранул NK-удобрений. (Ивановский государственный химико-технологический университет) // Изв. Высших учебных заведений. Серия химия и хим. технология. 2008, 51, №3, С. 96-98

[5] Маденов Б.Д., Сейтпазаров .4. Р., Беглов Б. М. Азотнофосфорные удобрения, получаемые введением в плав аммиачной селитры фосфоритной муки Чилисайского месторождения. // *Хим. пром-сть*. 2012.89, № 7, С. 327-332.

[6] Воробьева Т.А., Костина Н.В., и др. Исследования физико-механических свойств удобрений на основе аммонийной селитры с неорганическими добавками. // Изв. вузов. Химия и хим. технол. 2013, 56, №11, С. 100-103.

[7] Пак Д.Г., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С.,и др. Азотфосфоркалийсодержащие удобрения на основе аммиачной селитры, фосмуки центральных Кызылкумов, местного хлорида калия и их физико-химические и товарные свойства. Узб. Хим. ж. 2017, №1, С. 59-66.

[8] ***Ботиров Б. Б., Беглов Б. М.*** Пути повышения качества аммиачной селитры. (ИОНХ АНРУз). // ***Хим. технол. Контроль и упр.*** 2008, №6, С.12-24.

[9] Павлова Г.С. Агрохимическое обслуживание сельскохяйственного производства. // Техника и оборудование для села. - 2007. № 2. С. 6-10.

[10] Ghiga R., Iovi A., Negrea P. Исследование оптимальных условий процесса получения NP удобрений с питательными микровеществами. // Bui. §ti. Univ. “Folitelin.” Tiтцoara. Ser. Chim. ji ing. med. 2008. 53, № 1-2, С. 276-278.

Бестереков У., Кыдыралиева А.Д., Ураков К.Н., Болысбек А.А., Петропавловский И.А.

Тағамдық заттардың қатынастары реттелінетін NPK-тыңайтқыштарын алу бойынша есептік-тәжірибелік зерттеулер нәтижелері

Түйіндеме. Тағамдық заттардың қатынастары реттелінетін NPK-тыңайтқыштарын алу бойынша есептік-тәжірибелік зерттеулер жүргізілді. Зерртеулер нәтижесінде аммиак селитрасын дәстүрлі технология бойынша өндіру өндірісінде бірінші буландыру сатысынан кейін алынатын шоғыры 64-74% аммиак селитрасы ерітіндісі және фосфорит ұны калий хлориды негізінде тағамдық заттардың қатынастары реттелінетін NPK-тыңайтқыштарын алудың іс жүзінде мүмкіндігі анықталды. Мақсатты өнім құрамындағы тағамдық заттар қатынасын реттеудің математикалық моделі жасалынды. Есептік – тәжірибелік тәсілдермен құрамында тағамдық заттардың қатынастары $N:P_2O_5:K_2O$ 10:9,0:9,0; 15:7,5:7,5; 16:7,0:7,0; 18:6,0:6,0 % немесе массалық қатынаста 1,1:1:1; 2:1:1; 2,28:1:1; 3:1:1 болатын өнімдер алынды. Қалыптық талдау әдістемелері қолданысында өнімдік заттардың құрамы мен қасиеттері зерттелді, мақсаттық өнімнің 1 т шығымына қатысты бастапқы заттардың шығындық көрсеткіштері анықталды, өнім құрамындағы тағамдық заттар мөлшерлері табылды. Мақсаттық өнімдер құрамындағы тағамдық заттардың мүмкінді қатынастары туралы есептік мәліметтер тәжірибелік зерттеу нәтижелерімен жақсы үйлеседі – олардың бір-бірінен орташа ауытқуы 1 % - дан аспайды. Зерттеу нәтижерлері көрсеткендей, алынатын NPK-тыңайтқыштары сапасы және негізгі физика-химиялық қасиеттері бойынша сериялы өндірілетін тыңайтқыштық өнімдерге қойылатын қалыптық талаптарға жеткілікті түрде толықтай жауап береді.

Түйін сөздер: аммиак селитрасы ерітіндісі, фосфорит ұны, тағамдық заттар, азот, фосфордың бес тотығы, калий тотығы, NPK - тыңайтқыштар.

УДК 10167

T. Zhukebaeva, D. Amantay
(Karaganda state technical unyversity, Karaganda, г. Караганда, Kazakhstan
E-mail: darmen_amantai@mail.ru)

TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF CASTED MEASURING BALLS BY THE METHOD OF CASTING ON GASIFIED MODELS (LGM PROCESS)

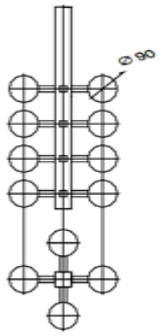
Abstract. The technological process of receipt of foundlings of grindings balls is developed from cast-iron, alloyed a chrome, by the method of casting on the installed gas models by a gravitation inundation in vacuum- forms.
Keywords: grindings balls, gas models, vacuum-forms.

Т. Жукебаева, Д. Амантай

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК МЕЛЮЩИХ ШАРов МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРОВАННЫМ МОДЕЛЯМ (ЛГМ-ПРОЦЕСС)

Аннотация. Разработан технологический процесс получения отливок мелющих шаров из чугуна, легированного хромом, методом литья по газифицируемым моделям из пенополистирола гравитационной заливкой в вакуумируемые формы.
Ключевые слова: мелющие шары, газифицированные модели, вакуумируемые формы.

Мелющие тела получают как различными видами механической обработки, так и литьем. При изготовлении мелющих тел механической обработкой применяют ковку, штамповку на молотах и фрикционных прессах, в закрытых штампах, поперечно-винтовой прокаткой на специальных прокатных станах; недостатками являются большое количество заусенец на поверхности изделия, выбоины и неровности, невысокая производительность (до 150-200 шаров в минуту). Известны смешанные технологии изготовления мелющих шаров - литьем с последующей механической обработкой; недостатки - большой уровень брака по усадочным раковинам и рыхлотам, низкая износостойкость, отсутствие направленного затвердевания отливок. Наиболее часто литые мелющие тела изготавливаются методами, основанными на использовании сил центробежного давления, а также литьем в стационарный и вибрационный кокили. При усовершенствовании данной технологии ведущим направлением является разработка различных автоматизированных установок с использованием - центробежно-кокильных машин. Наиболее прогрессивным направлением на данном этапе считается применение вертикально-замкнутого конвейера модели ККУ-1. Производительность данного оборудования превышает производительность карусельно-кокильной машины. Недостатками, как и в других рассмотренных случаях, являются высокий уровень брака (на уровне 18-25 %), быстрый износ кокилей, а также неравномерное и с различной скоростью заполнение полости формы металлом [1].



Амантай Д.М., Технология изготовления литых мелющих шаров методом литья по газифицируемым моделям (ЛГМ-процесс), Рис. 1. Схема блока моделей при изготовлении мелющих шаров ЛГМ-процессом

Таким образом, применяемые технологии непрерывного литья чугунных шаров для массового и серийного производств не удовлетворяют экономическим требованиям, предъявляемым к конкурентоспособной продукции в условиях современного рынка.

Литье по газифицируемым моделям относят к точным видам литья, однако затраты на производство находятся на уровне литья в песчано-глинистые формы [2, 3]. Модели в форме располагаются по всему объему. Таким образом, металлоемкость формы возрастает в 10-30 раз по сравнению с литьем в кокиль или песчано-глинистую форму.

Соответственно возрастает и выход годного процесса. Отсутствие в технологии операций смесеприготовления стимулирует уменьшение капитальных затрат на изготовление отливок указанным способом. Технологию литья по газифицируемым моделям можно применять к изготовлению мелющих тел (шаров). Это позволит повысить выход годной продукции (до 90 %), что в 2,0-2,5 раза больше, чем при литье в кокиль или песчано-глинистую форму. Используя рекомендации по объемному расположению моделей в формовочном контейнере (рис. 1), можно рассчитать количество мелющих

шаров, получаемых одновременно в контейнерах различных размеров, в зависимости от технологических условий производства (таблица №1) [4].

В Карагандинском литейно-машиностроительном заводе разработан технологический процесс получения мелющих тел (шаров) методом литья по газифицируемым моделям гравитационной заливкой в вакуумируемые формы. Для шаров обоих диаметров был выбран верхний подвод металла, то есть производится гравитационная заливка отливок [5].

Таблица 1. **Расчет количества мелющих шаров, изготовленных ЛГМ-процессом, в различных технологических условиях**

Размер контейнера, мм	Количество шаров, шт.	
	Ø 90 мм	Ø 25 мм
500x500x500	27	512
600x600x600	64	1000
800x800x800	343	2744
1000x1000x1000	512	5832

Технологический процесс получения отливок мелющих шаров диаметром 25 и 90 мм из чугуна состоит из следующих операций: подготовка исходных материалов для получения моделей; изготовление разовых моделей (выбор режима спекания модели и вылеживания), сборка блоков моделей; приготовление противопригарного покрытия; нанесение его на поверхность моделей; сушка противопригарного покрытия; подача на заливочный участок; формовка блоков моделей в сухом кварцевом песке без связующего; выплавка металла заданного химического состава; заливка металла в вакуумируемые формы; финишные операции: выбивка, очистка залитых блоков. Годные отливки подаются на термический участок, при этом повышается твердость изделий, вместе с тем улучшается их обрабатываемость и снижается склонность к трещинообразованию. Технический контроль изделий производится согласно требованиям нормативно-технической документации.

Реализация технологического процесса заключается в следующем. Первоначально устанавливается блок моделей в контейнер, после чего в него подается формовочный материал (кварцевый песок), который уплотняется на вибростоле. Далее форма герметизируется пленкой и перемещается по монорельсу на заливочный стенд. Контейнер подключается к системе вакуумирования стенда, заливочного с коллектором вакуумным, в состав которого входит вакуумный водокольцевой насос ВВН-12. Далее в вакуумируемую форму через литниковую систему заливается жидкий чугун, который готовится в электрической индукционной печи ИСТ-0,5. Затем от контейнера отключается вакуумпровод, и он по рольгангу перемещается далее для охлаждения отливок в форме. После заданного времени охлаждения отливок в форме контейнер перемещается на разгрузочный стенд, где все содержимое контейнера выгружается на вибрационное сито. Песок по транспортному устройству подается в холодильник, а отливки, оставшиеся на решетке, с помощью цеховых ПТМ подаются на участок финишных операций. Отливки отделяются от литниковой системы, а затем на установках дробеструйной или пескоструйной очистки производится их очистка [6].

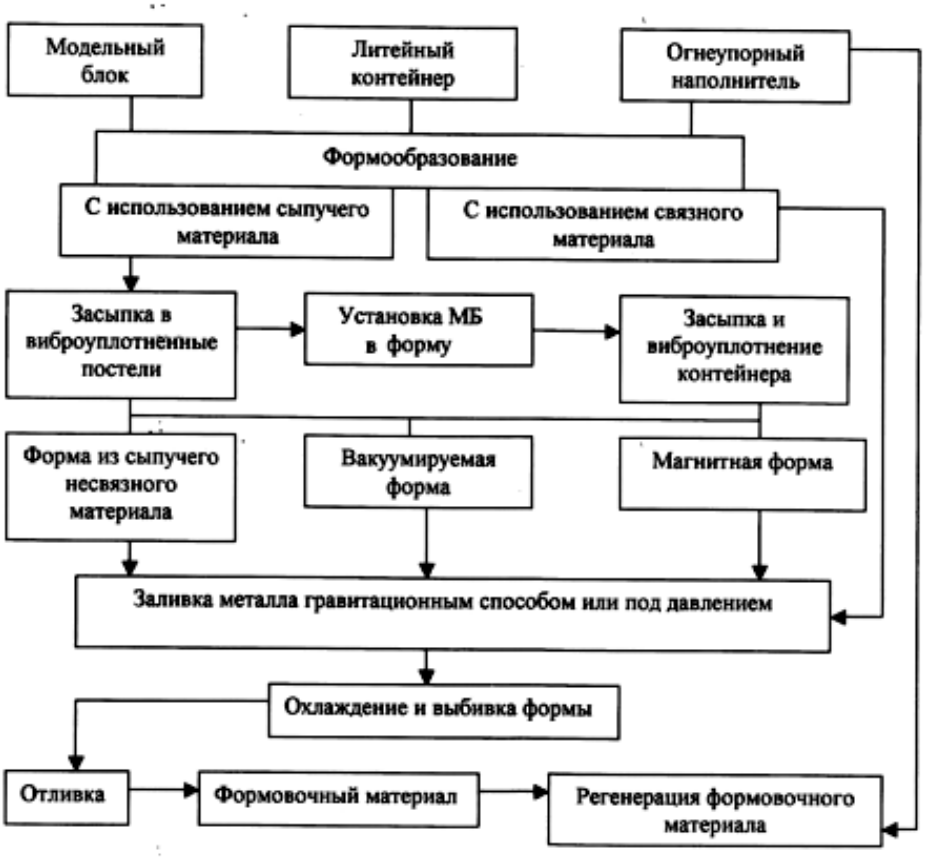
В результате опытно-промышленной проверки технологии получения мелющих шаров методом литья по газифицируемым моделям гравитационной заливкой в вакуумируемые формы из чугуна с различным содержанием хрома стало возможным оценить экономические преимущества применения разработанного технологического процесса.

Определяющим экономическим преимуществом является понижение себестоимости литья за счет повышения выхода годного, а также уменьшение капитальных затрат на организацию производства. Так, выход годного повышается до 90 % за счет возможности объемного размещения отливок в контейнере и, как следствие, происходит увеличение металлоемкости формы, капитальные затраты при этом снижаются на 30 % по сравнению с производством мелющих шаров литьем в кокиль, где выход годного не превышает 70 % [7].

В технологическом процессе отсутствуют операции смесеприготовления, то есть не требуется оборудование для приготовления формовочных и стержневых смесей. Помимо этого модели формуются непосредственно в чистый кварцевый песок, в результате отпадает необходимость в связующих материалах.



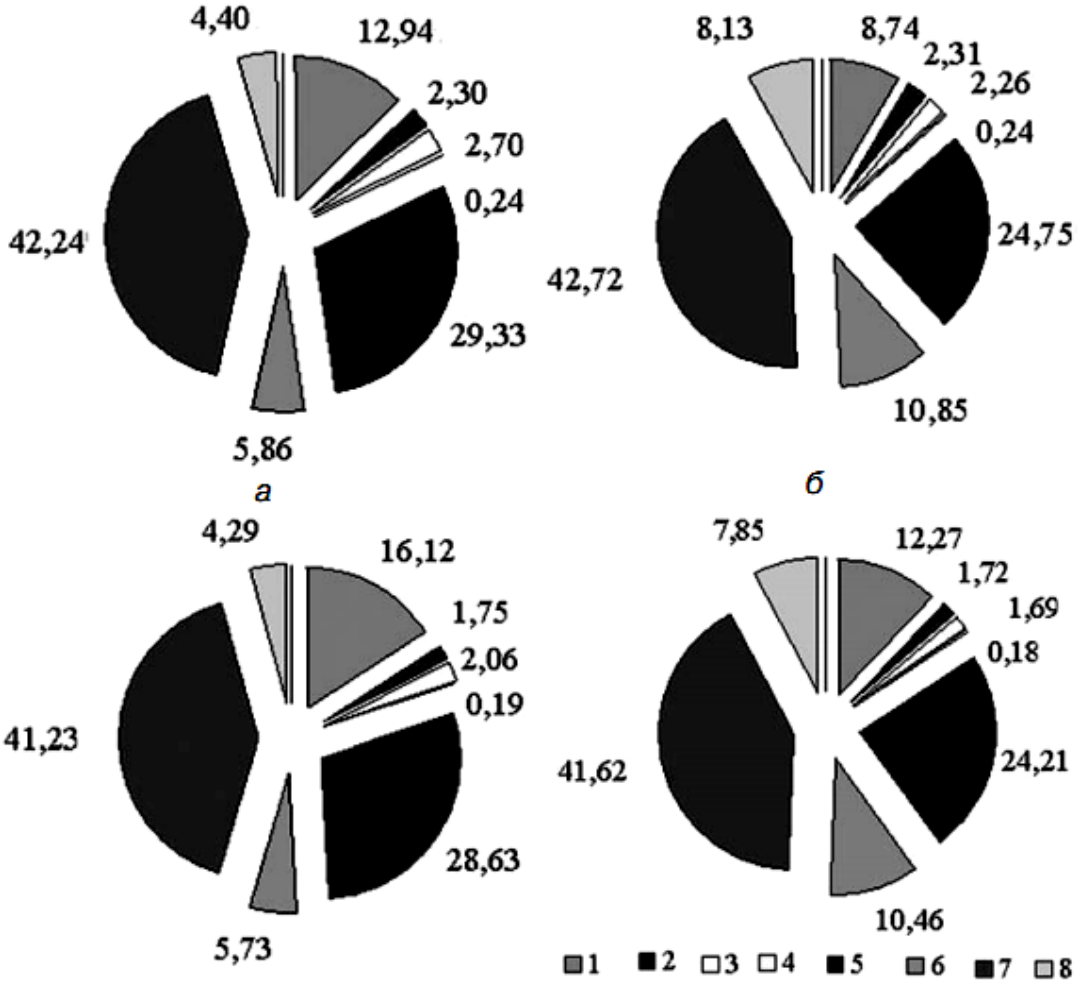
а



б

Амантай Д.М., Технология изготовления литых мелющих шаров методом литья по газифицируемым моделям (ЛГМ-процесс),

Рис. 2. Схема технологического процесса изготовления мелющих шаров ЛГМ-процессом: а - блок-схема изготовления газифицируемых моделей; б - блок-схема получения отливок типа «шар»



Технология изготовления литых мелющих шаров методом литья по газифицируемым моделям (ЛГМ-процесс),

Рис. 3. Соотношение статей расхода при образовании цены 1 т отливок типа «шар»; %: а – из чугуна марки ЧХ3 (литье в кокиль), б – из чугуна марки ЧХ3 (ЛГМ-процесс), в – из чугуна марки ЧХ16 (литье в кокиль), г – из чугуна марки ЧХ16 (ЛГМ-процесс); 1 – основные материалы, 2 – вспомогательные материалы, 3– энергоносители, 4 – потери от брака, 5 – себестоимость, 6 – прибыль, 7 – внешняя цена, 8 – чистая прибыль

Вышеперечисленные особенности метода литья по газифицируемым моделям позволили снизить себестоимость и цену литых мелющих шаров. При этом (рис. 3) расход шихтовых материалов снижается на 4 % по сравнению с литьем в кокиль, а себестоимость отливок понижается на 7-10%.

Таким образом, метод литья по газифицируемым моделям позволяет уменьшить расход основных и вспомогательных материалов, что способствует снижению цены отливки мелющих шаров.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Поддубный А.Н., Романов Л.М. Износостойкие отливки из белых чугунов для металлургии и машиностроения. — Брянск: Придесенье, 1999. — 120 с.

[2] Несвижский О.А. Долговечность быстроизнашивающихся деталей цементного оборудования. — М.: Машиностроение, 1968. – 224 с.

[3] Александров Н.Н., Поддубный А.Н., Кульбовский И.К. и др. Формирование структуры и свойств мелющих шаров из высокопрочного чугуна // Литейн. пр-во. — 2002. — № 5. — С. 5-8.

[4] Несвижский О.А. Производство мелющих тел для шаровых мельниц. — М.: Машгиз, 1961. — 151 с.

[5] Найдек В.Л., Эльдарханов А.С., Нурадинов А.С., Таранов Е.Д. О механизме воздействия вибрации на кристаллизацию и стуктурообразование сплавов // Литейн. пр-во. — 2003. — № 9. — С. 13-15.

[6] Владимирова А.А., Косогонова Э.А., Удовиков В.И., Карпенко В.Ф. Литые мелющие шары из чугуна // Литейн. пр-во. — 1988. — № 11. — С. 27-28.

[7] Шуляк В.С., Рыбаков С.А., Григорян К.А. Производство отливок по газифицируемым моделям. — М.: МГИУ, 2001. — 330 с.

Жүкебаева Т., Амантай Д.

Газдандырылған үлгілер бойынша құю әдісімен құйылған өлшеуіш шариктерді дайындау технологиясы (лгм-процесс)

Түйіндеме. Вакуумды қалыптарға гравитациялық жолмен, хромдалған шойынмен ұсақтау шарларын құйып, кеңейтілген полистиролдан алынған газдалған үлгілерде құю әдісі үшін технологиялық процесс жасалды.

Түйінді сөздер: ұсақтау шарлары, газдалған үлгілер, вакуумды қалыптар. Осылайша, газдалған үлгілерде құю әдісі негізгі және қосалқы материалдарды тұтынуды азайтуға мүмкіндік береді, бұл құйма шарлар құю құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

УДК 539.216.2

[1]A.E. Kemelbekova, [1] D.M. Mukhamedshina, [1] K.A. Mit, [2] V.A. Moshnikov
([1] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2] St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after IN AND. Ulyanov (Lenin) ”
(SPbGETU "LETI"), Russia
e-mail: a.kemelbekova@mail.ru)

REVIEW OF MODERN METHODS FOR PRODUCING THIN ZnO: Eu FILMS

Abstract. This paper is devoted to a review of the main modern physical and chemical methods for the preparation of europium-doped thin ZnO films. This paper discusses in detail the mechanism of execution, the advantages and disadvantages of physical and chemical methods for producing ZnO: Eu, such as sol-gel deposition, magnetron sputtering, electrochemical deposition and vapor deposition.

Keywords: zinc oxide, doping with europium, sol-gel method, magnetron sputtering, electrochemical deposition.

[1]А.Е. Кемелбекова, [1]Д.М. Мухамедшина, [1]К.А. Мить, [2]В.А. Мошников
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2]Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), Россия
e-mail: a.kemelbekova@mail.ru)

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ZnO:Eu

Аннотация. Настоящая работа посвящена обзору основных современных физических и химических методов получения тонких пленок ZnO, легированных европием. В работе подробно рассматриваются механизм исполнения, преимущества и недостатки физических и химических методов получения ZnO:Eu, таких как, золь-гель осаждение, магнетронное распыление, электрохимическое осаждение и осаждение из газовой фазы.

Ключевые слова: оксид цинка, легирование европием, золь-гель метод, магнетронное распыление, электрохимическое осаждение.

ВВЕДЕНИЕ

Оксид цинка (ZnO) является широкозонным полупроводником n-типа с шириной запрещенной зоны 3,37 эВ при комнатной температуре. Пленки ZnO имеют широкое применение в оптоэлектронике, в частности, в прозрачно проводящих электродах в светодиодах, плоских панельных дисплеях и солнечных элементах (СЭ) [1-3]. Это связано с такими свойствами оксида цинка, как высокий коэффициент пропускания в видимой области спектра и хорошая

электропроводность [4]. Высокая проводимость связана со стехиометрией пленки и наличием внутренних дефектов кристалла. Введение в кристаллическую структуру пленки различных примесей приводит к изменению как оптических свойств, так и электрических свойств пленки [5-7].

Легирование ZnO является важным направлением в исследовании оптических и электрических свойств, имеющее решающее значение для практического применения этого материала. Среди легирующих примесей особое место занимают ионы редкоземельных ионов (РЗИ), которые обладают уникальными электрическими, оптическими и люминесцентными свойствами для самых различных применений [8 -9]. В настоящее время материалы, легированные РЗИ элементами, интенсивно исследуются, в частности, как материалы для фотоники [10-11]. Наиболее существенными механизмами, понижающими эффективность кремниевых солнечных элементов, являются неполное поглощение солнечного спектра и термализация фотоэлектронов, возбужденных фотонами с энергией, существенно превышающей ширину запрещенной зоны полупроводника. Два этих механизма ответственны за потерю почти 50% солнечной энергии. Одним из способов минимизации потерь является более эффективное использования солнечного спектра, как например, в тандемных солнечных элементах. Еще один способ – это трансформировать широкий солнечный спектр в спектр с узким распределением фотонов по энергии вблизи оптимального для конкретного полупроводника значения [12]. Особый интерес вызывает также интеграция Zn0 с кремниевой технологией, позволяющая совмещать уникальные функциональные возможности этих материалов при создании фотопреобразователей на кремниевых подложках [13] и, в частности, в тонкопленочных солнечных элементах [14]. Кремниевые фотоэлементы эффективно преобразуют энергию солнечного излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазонов (400–900 нм). Рассматривается возможность повысить КПД фотоэлемента в области ниже 400 нм и выше 900 нм.

Тем не менее, развитие надежных методов получения наноматериалов с заданными характеристиками, в том числе легированных редкоземельными элементами, по-прежнему остается актуальной проблемой. Во многих исследованиях отмечается, что легирование оксидов цинка ионами трехвалентного европия приводят к улучшению оптических и электрических свойств материала [15].

Для получения пленок ZnO:Eu используются различные методы, как золь-гель метод, молекулярно-лучевая эпитаксия, осаждение из газовой фазы, и многие другие [16]. Золь-гель метод получения пленок ZnO имеет такие преимущества, как простота оборудования, возможность контроля стехиометричности пленки, низкая стоимость, гибкость технологии, ее экологическая безопасность. При синтезе пленок на основе оксида цинка золь-гель методом появляется возможность управления оптическими и электрофизическими свойствами. В экспериментальных работах G.Turgut было изучено влияние легирования пленок оксида цинка европием (ZnO:Eu), полученных золь-гель технологией. В итоге был изготовлен гетерогенный диод ZnO: Eu/p-Si для применения в солнечных батареях [17].

В работе R.M.Sanchez Rayes [18] были синтезированы тонкие пленки ZnO, легированные Eu, с использованием золь-гель метода. Раствор прекурсора сначала перемешивали при комнатной температуре в течение часа, затем при 50 °C в ультразвуковой ванне в течение еще одного часа. Полученный однородный золь выдерживали в течение 48 ч для достижения гидролиза. Для пленок Eu: ZnO золи с различными концентрациями Eu: 0, 1, 4 и 6 % были получены путем добавления соответствующих количеств нитрата европия. Раствор осаждали центрифугированием на подложку из стекловолокна при 3000 об / мин, и желаемая толщина достигалась путем многократного покрытия. Полученные пленки сушили при комнатной температуре и затем отжигали при 450 °C в течение 1 часа. Толщина изготовленных пленок составляла приблизительно 350 нм. Таким образом, золь-гель методом были получены тонкие пленки оксида цинка, легированные различными концентрациями Eu. Результаты рентгеновского анализа XRD показывают гексагональную фазу при всех концентрациях легирования. При концентрации 6% размер кристаллитов изменяется примерно от 16 нм для нелегированного ZnO до 11 нм для легированного ZnO:Eu. Обнаружено, что оптическая ширина запрещенной зоны и энергия Урбаха возрастают с концентрацией легирования. Зазор между полосами увеличился с 3,26 до 3,29 эВ после легирования, аналогично, энергия Урбаха изменилась с 95 до 140 мэВ. Интенсивность излучения возрастает с увеличением концентрации Eu^{3+} в матрице ZnO и оказывается максимальной при 6%. Пленки, легированные Eu^{3+}, были более светочувствительными, по сравнению с нелегированными пленками ZnO. Образцы, легированные Eu, показали лучшую фотокаталитическую деградацию (methylene blue, метилен синий, органический

загрязнитель) (*MB*) МБ, что связано с эффективным разделением фотогенерируемых носителей ионами Eu^{+3}.

Гидротермальный метод рассматривается как привлекательный процесс приготовления ZnO, легированные Eu, из-за простоты технологических процессов, низкой стоимости, возможности массового производства и экологичности. В работе Mei Xin [19] пленки ZnO, легированные Eu, синтезируется гидротермальным методом. Обсуждаются подробные исследования влияния легирования Eu на морфологию и структуру пленок,

фотолюминесценцию и механизм переноса энергии.

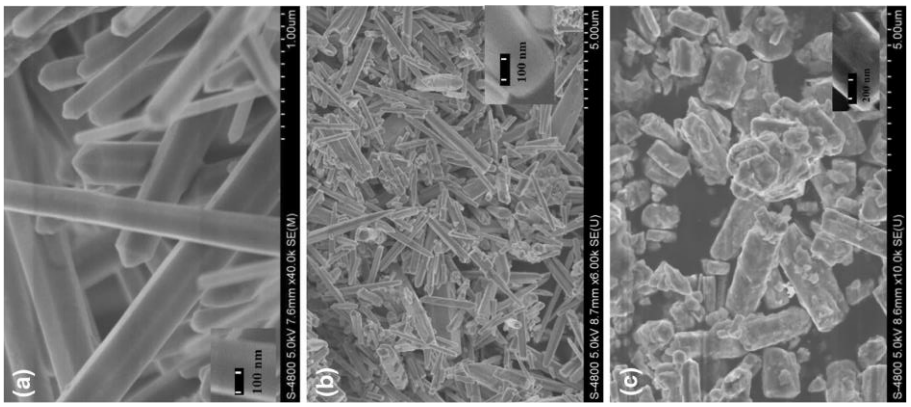


Рис. 1. СЭМ-изображения ZnO: Eu a) ZnO нелегированные Eu, b) 5 % Eu, c) 15% Eu.

На рисунке 1 показаны СЭМ-изображения пленок ZnO нелегированных (a), так же легированных Eu 5% и 15%, синтезированные гидротермальным методом. Из рисунка 1 видно, что на нелегированной пленке ZnO наноструктуры в виде субмикронных стержней, а их диаметр составляет около 200 нм (рисунок 1a). Конец стержня выглядит как конус. На пленках ZnO, легированных 5% и 15% Eu , диаметр стрежней около 300 нм (рисунок 1б) и 600 нм (рисунок 1c) соответственно, и они имеют плоские грани на обоих концах. Из приведенных выше результатов видно, что размер и рост кристаллитов значительно зависят от концентрации легирования Eu. Химический потенциал кристаллической плоскости определяется средним числом оборванных связей на атом по всей грани кристалла [19]. Разная плотность Eu^{3+} на различных кристаллических плоскостях приводит к разнице в химическом потенциале кристаллических граней.

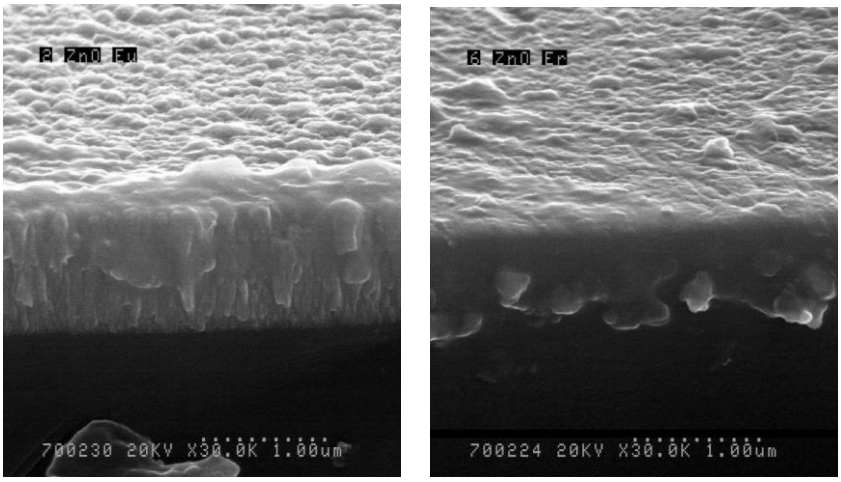


Рис. 2. Изображения поперечного сечения образцов ZnO:Eu (a) ZnO:Er (б) на кремниевой подложке, полученные сканирующей электронной микроскопией

В работе [20] пленки ZnO, легированные Er и Eu, формировались методом реактивного магнетронного распыления из цинковой мишени с добавками солей Er и Eu. Соотношение

содержания цинка и РЗМ выбиралось таким образом, чтобы осаждаемая ZnO пленка содержала 0,7 ат.% – 1 ат.% Er. Распыление производилось в среде аргона с добавлением 20% кислорода. В качестве подложек использовались КЭФ-0,5 и КДБ-1. После синтеза проводились термические отжиги на воздухе в температурном диапазоне 300°С – 900°С. Изображения поперечного сечения пленок ZnO, легированных РЗМ, полученные сканирующей электронной микроскопией, представлены на рисунке 2.

Как видно из рисунка, пленки ZnO, легированные Er, представляют собой плотно упакованные структуры с практически гладкой поверхностью и размерами зерен ~ 0,1 мкм – 0,15 мкм. В то же время для пленок ZnO, легированных Eu, характерны большие зерна с размерами в области ~ 0,1 мкм – 0,3 мкм, что сравнимо с толщиной пленки. Таким образом, методом магнетронного напыления получены качественные полупроводниковые слои оксида цинка с плотной упаковкой кристаллитов.

В работе [20] был изучен метод электрохимического осаждения (ECD) наноуровней ZnO (ZnO: Eu), легированных Eu, на стеклянных подложках. Структурные, химические и оптические свойства нановолокон ZnO:Eu систематически характеризовались рентгеновской дифракцией, просвечивающей электронной микроскопией, спектроскопией комбинационного рассеяния, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопией, масс-спектрометрией вторичных ионов и фотолюминесценцией. По результатам рентгеновского анализа в кристаллической решетке Zn^2 было замещение ионов на Eu. Исследования TEM и связанные с ними дифракционные исследования с высоким разрешением показывают межплоскостное расстояние 0,52 нм, которое соответствует (0001) кристаллографической плоскости гексагонального ZnO и росту вдоль c-направления. Нановолокна ZnO:Eu имеют монокристаллическую структуру без заметных дефектов. Согласно исследованиям EDX, SIMS и XPS, в этих образцах обнаружены катионные виды Eu, показывающие включение Eu в матрицу ZnO.

Окислительные состояния ионов европия в нановолокнах определяются как +3 (74%) и +2 (26%). Исследования фотолюминесценции показали красную эмиссию из наноуровней ZnO, легированных Eu. Когда Eu был включен во время роста нановолокна, наблюдался резкий переход 5D0-7F2 иона Eu^{3+} при около 612 нм. Эти результаты показывают, что легированные Eu нановолокна ZnO могут проложить путь для эффективных многоспектральных светодиодов и оптических устройств.

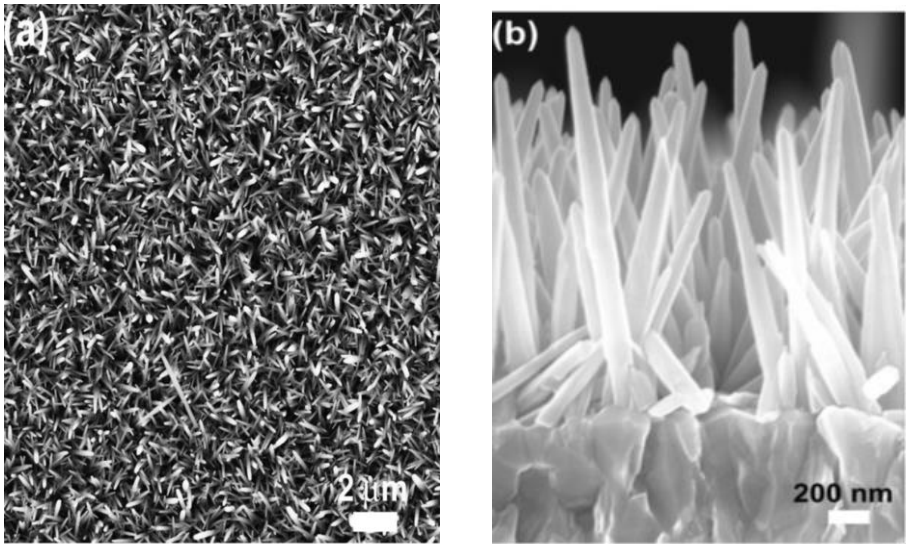


Рис.3. СЭМ-микрофотографии образца наносекундного слоя с электроосаждением на подложке FTO при 90 ° С в течение 9000 с: (а) вид сверху и (б) вид с торца

Монокристаллические -легированные микро- и нанонити ZnO (рисунок 4) были синтезированы методом CVD без использования дополнительных катализаторов [21]. Наноструктуры были выращены на стенах алундовой лодочки (тигля). Структура и свойства легированных нитей ZnO характеризовался с помощью XRD, EDX, СЭМ, ПЭМ, ФЛ методов. Синтез проводился в течение 10 мин, в результате которого получены вертикально ориентированные нанонити диаметром 50-400 нм

и длиной до нескольких микрон. Нанонити вытянуты вдоль с-оси в направлении ± [0001]. Концентрация легирующей примеси в нанонитях оказалась равна 0,8 атомных %. Кристаллическая структура и свойства легированных образцов были проанализированы в сравнение с нелегированным ZnO.

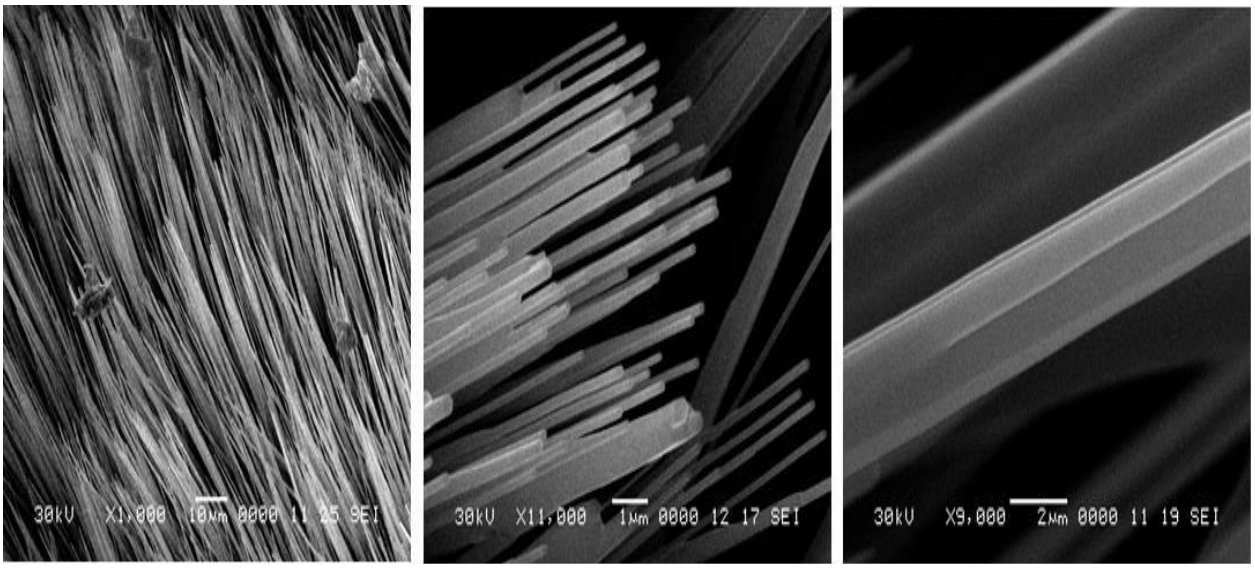


Рис. 4. СЭМ- микрофотографии легированных нанонитей ZnO [22].

Самоорганизующиеся тетраподы были выращены без использования каких-либо затравок по механизму роста VS («пар-кристалл»). Между тем, VLS механизм предполагает использование катализаторов (обычно Au, Pt и др.) и обуславливает рост нанонитей или наностержней с аналогичными размерами и параллельной ориентацией. В моем случае, предполагается двойственная роль легирующего компонента для синтеза однородных массивов нанонитей, т.е. ионы европия влияют на рост нитей в качестве катализатора, так и в качестве легирующей примеси. Предложена «трехступенчатая» модель роста (рис.10), в которой механизмы роста «пар-жидкость- кристалл» (VLS) и «пар-кристалл» (VS) конкурируют друг с другом, чтобы стать доминирующими в процессе роста. Анализ микрофотографий ПЭМ индивидуальной нанонити (рис. 4.7 b) показал, что ее кончик не имеет каких-либо частиц катализатора, однако имеет место быть вероятность присутствия микрочастиц катализатора на корневом основании нити. Таким образом, предполагается, что порошок оксида европия (III) играет две роли в процессе синтеза. Во-первых, он имеет решающее значение для подготовки роста за счет поглощения паров Zn. Во-вторых, он осаждается на поверхности тигля в виде нанокапель европия, которые не только обеспечивают шаблоны для дальнейшего роста, но и обуславливают вертикально ориентированный рост, что приводит к выравниванию нанонитей с успешно включенным в решетку оксида цинка европием. На начальной стадии роста, пар Zn с растворенными частицами европия образует жидкий расплав. После пересыщения, пар с наночастицами европия реагирует с кислородом, осаждаясь тонким слоем капель на тигле, одновременно являющимся подложкой. Первый этап роста происходит по механизму «пар-жидкость-кристалл». Обильное прибытие паров ZnO делает наиболее вероятным рост по механизму «пар-кристалл», как следствие, наночастицы катализатора инкапсулируются в кристаллическую решетку оксида цинка. Таким образом, на втором этапе синтеза, когда VLS рост еще не прекратился, но механизм VS уже начинает преобладать. На последней стадии процесса роста, частицы катализатора изолированы от паров реагента и не играют никакой роли. Как результат, механизм «пар- кристалл» (VS) способствует дальнейшему росту нитей ZnO.

В работе [22] показаны фотоэлектрические свойства слоев оксида цинка легированных Er и Tb, полученные реактивным магнетронным распылением мишени и показывающие их возможность использования в качестве активных слоев оптоэлектроники.

Заключение. Изучены различные технологические методы получения тонких пленок оксида цинка легированные европием. Определены оптимальные методы получения, был проведен сравнительный анализ тонких пленок полученные различными методами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jagadish, C. Zinc oxide bulk, thin films and nanostructures processing, properties and applications / C. Jagadish, S. Pearton. – Elsevier, 2006. –589 p.

[2] S. O'Brien [et. al] Zinc oxide thin films: characterization and potential applications // Thin Solid Films. – 2010. – Vol. 518, № 16. – P. 4515–4519.

[3] M. Sathya [et. al] Growth of pure and doped ZnO thin films for solar cell applications // Advances in Applied Science Research. – 2012. – Vol. 3, № 5. – P. 2591–2598.

[4] S.K. Panda1, C. Jacob. Preparation of transparent ZnO thin films and their application in UV sensor devices // Solid-State Electronics. –2012. – Vol. 73. – P. 44–50.

[5] J. Lu [et al.] Structural, electrical and optical properties of N-doped ZnO films synthesized by SS-CVD // Materials Science in Semiconductor Processing. – 2002. – Vol. 5, № 6. – P. 491–496.

[6] Y.W. Heo [et al.] Transport properties of phosphorus-doped ZnO thin films / // Appl. Phys.

[7] Lett. – 2003. – Vol. 83. – P. 1128.

[8] Singha, C. Variation of electrical properties in thickening Al-doped ZnO films: role of defect chemistry / C. Singha, E. Panda // RSC Adv. – 2016. – Vol. 6. – P. 48910–48918.

[9] A.J. Kenyon, Recent developments in rare-earth doped materials for optoelectronics // Progress in Quantum Electronics. – 2002. –Vol. 26, № 4–5. – P. 225–284.

[10] Voncken, J.H.L. The Rare Earth Elements / J.H.L. Voncken. – Springer, 2016. – 125 p.

[11] A.J. Steckl, J.M. Zavada. Photonic applications of rare earth-doped materials //

[12] MRS Bulletin. – 1999. – Vol. 24, № 9. – P. 16–20.

[13] Y. Yang [et al] Rare-Earth doped ZnO films: a material platform to realize multicolor and near-infrared electroluminescence // Advance optical materials. – 2014. – Vol. 2, № 3. – P. 240 244.

[14] W.G.J.H.M. van Sarka. Enhancing solar cell efficiency by using spectral converters / // Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2005. – Vol. 87, № 1–4. – P. 395–409.

[15] B. Jones [et. al.] Nanocristalline Luminescence Solar Converters/ // Photovoltaic Material. – 2004. – Vol. 3. – P. 65–72.

[16] J. Chen, J.X. Zhao. Upconversion Nanomaterials: Synthesis, Mechanism, and Applications in Sensing // Sensors. – 2012. – Vol. 12. – P. 2414–2435.

[17] В.В. Малютина-Бронская, В.Б.Залесский, Т.Р. Леонова.Электрические свойства пленок оксида цинка, легированных редкоземельными элементами // Доклады БГУИР. – 2011. – No 6. – С. 39–43.

[18] Основы золь-гель-технологии нанокомпозитов / Ю.М. Таиров [и др.]. – СПб.: Техномедиа, Элмор, 2007. – 255 с.

[19] [13] G. Turgut, S. Duman, E. Sonmez, F. S. Ozcelik, Mater. Sci. Eng. B 2016, 206, 9.

[20] R. M. Sanchez Rayes, Y. Kumar, M. A Cortes-Jácome, J. A. Toledo Antonio, X. Mathew, and N. R Mathews. Effect of Eu Doping on the Physical, Photoluminescence, and Photocatalytic Characteristics of ZnO Thin Films Grown by Sol-Gel Method. Physica status solidi (a), vol. 214, no. 12, pp. 1700229, 2017.

[21] Ouri Abdelhak, Abdelkrim Beniaiche, Bernabé Marí Soucase,Azizi Amor Photoluminescence study of Eu^{+3} doped ZnO nanocolumns prepared by electrodeposition method.// International Journal for Light and Electron Optics 139:104-110 DOI: March 2017 Opti 10.1016/j.ijleo.2017.03.075

[22] Odireleng Martin Ntwaeaborwa d, Sefako J. Mofokeng a, Vinod Kumar b, Robin E. Kroo, Structural, optical and photoluminescence properties of Eu^{3+} doped ZnO nanoparticles // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 182 (2017) 42–49.

[23] Partha P. Pal1, J. Manam2,Structural and photoluminescence studies of Eu3+ doped zinc oxide nanorods prepared by precipitation method//Journal of rare earths, Vol. 31, No. 1, Jan. 2013, P. 37-41.

[24] Аль Рифаи Самира Алексеевна Морфологические и оптические свойства различных наноформ ZnO. Воронеж – 2013 г.

Кемелбекова А.Е., Мухамедшина Д.М., Мить К.А., Мошников В.А.

Жұқа ZnO:Eu үлбіршектерін зерттеудегі заманауи әдістерге шолу

Түйіндеме: Берілген мақалада жұқа европимен легирленген цинк оксиді ZnO үлбіршектерін алудағы заманауи физикалық және химиялық әдістері сипатталған. Мақалада әрбір әдістің толық орындалу әдістемесі, ZnO:Eu жұқа үлбіршектерін алудың физикалық, химиялық: золь гель, магнетронды тозаңдану, электрохимиялық отырғызу және газдық фазадан тұндыру әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері толық қарастырылған.

Түйін сөздер: цинк оксиді, европимен легирленген, золь-гель әдісі, магнетронды тозаңдандыру, электрохимиялық отырғызу.

УДК 665.75: 665.7.03

O. K. Beisenbayev, M. N. Kenesbek,A. B. Issa, R. S. Turemuratov, Zh. K. Artycova
(M. Auezov South Kazakhstan state University
oral-kb@mail.ru)

OBTAINING AND STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF DEPRESSORS ON THE BASIS OF BUTYLMETHACRYLATE, METHYL ESTER OLEIC AND FUMARIC ACID IN THE PRESENCE OF FATTY ACIDS GOSSYPOL RESIN

Abstract. Copolymer additives based on butylmethacrylate, methyl ether of oleic and fumaric acid were synthesized by radical copolymerization in mass,organic solvents and in aqueous medium in the presence of benzoyl peroxide, followed by modification in the presence of fatty acids of gossypol resin.

The optimal conditions under which the process of polymerization and modification providing the final product with complex properties to regulate the performance properties of base oils are determined.

Physical and chemical properties of copolymer additives were investigated by elemental analysis, IR spectroscopy and turbodimetric titration depending on the copolymerization time. The composition and structure of the synthesized additives were established.

Keywords: synthesis, copolymerization, butylmethacrylate, methyl ester of oleic acid, fumaric acid and fatty acids of gossypol resin, additive, oil, IR spectrum, base oils, kinematic viscosity, pour point and turbidity.

О.К. Бейсенбаев, М.Н. Кенесбек, А.Б. Иса, Р.С. Туремуратов, Ж.К. Артыкова
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова
oral-kb@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕПРЕССАТОРОВ НА ОСНОВЕ БУТИЛМЕТАКРИЛАТА, МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ОЛЕИНОВОЙ И ФУМАРОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ

Аннотация. Синтезированы сополимерные присадки на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой и фумаровой кислоты методом радикальной сополимеризации в массе,органических растворителях и в водной среде в присутствии перекиси бензоила, с последующей модификацией в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы.

Определены оптимальные условия, при которых протекает процесс сополимеризации и модификации, обеспечивающий получение конечного продукта с комплексными свойствами для регулирования эксплуатационных свойств базовых масел.

Исследованы физико – химические свойства сополимерных присадок методом элементного анализа, ИК-спектроскопией и турбодиметрическим титрованием в зависимости от времени сополимеризации. Установлен состав и строение синтезированных присадок.

Ключевые слова: синтез, сополимеризация, бутилметакрилат, метиловый эфир олеиновой кислоты, фумаровая кислота и жирные кислоты госсиполовой смолы, присадка, нефти, ИК-спектр, базовые масла, кинематическая вязкость, температура застывания и помутнения.

Введение. Основная доля нефтей, добываемых в Казахстане, является парафинистыми нефтями, содержащими значительное количество алканов нормального и разветвленного строения [1-5]. Нефтепродукты на их основе, в том числе базовые масла отличаются повышенной температурой застывания, что приводит к ухудшению низкотемпературных свойств и создает определенные трудности при их эксплуатации. Наиболее эффективным и экономически целесообразным способом улучшения низкотемпературных свойств нефтей, топлив и масел является использование депрессорных присадок. Преимущество их заключается в том, что, помимо предотвращения парафиноотложения, они улучшают и низкотемпературные свойства нефти, что важно при дальнейшем ее транспортировании [6-8].

Критериями оценки действия депрессорных присадок к нефтям при решении указанных выше проблем являются снижение температуры застывания, парафиноотложений и реологических характеристик – динамической вязкости и предельного напряжения сдвига при температурах, близких к их температурам застывания.

Основными важнейшими характеристиками присадок, относящихся к классу поверхностно-активных веществ (ПАВ) являются их полярность и поляризуемость, обусловленные различными функциональными группами, определяющими дипольный момент и другие электрофизические свойства [9-11]. Кроме того, для соединений одного и того же класса полярность убывает с ростом длины углеводородного радикала (или углеводородной части молекулы) и молекулярной массы соединения при одинаковых составах и числе активных групп. Полярность и поляризуемость молекул (мицелл) присадок в значительной степени определяет их функциональную эффективность.

Вязкостными присадками называются такие вещества, которые при смешении с маловязкими маслами значительно увеличивают их вязкость [12]. При интенсивном механическом и термическом воздействии вязкостные присадки подвергаются деструкции, и загущающая способность их понижается. Чем выше молекулярная масса полимера, тем лучше его загущающая способность, но тем в большей степени он подвержен термомеханической деструкции.

Возможности технического совершенствования двигателя находятся в прямой зависимости от функциональных свойств моторного масла. Современные смазочные материалы способны длительное время выдерживать высокие механические и термические нагрузки, защищать от износа, коррозии и образования отложений, нарушающих нормальную работу агрегата и обеспечивать снижение потерь энергии.

Качество смазочного масла может быть улучшено двумя способами:

-улучшением свойств базового масла при его получении;

-легированием масла присадками [13].

Для улучшения свойств масел (а иногда и придания новых, которыми масла не обладают) на завершающей стадии приготовления (при компаундировании) в них вводят присадки. Присадки не только улучшают эксплуатационные свойства масел, но и существенно снижают расход последних. В качестве присадок к маслам изучено и предложено несколько тысяч органических соединений. Однако промышленное производство и практическое применение получили немногие более 100 продуктов и композиций.Основными классами химических веществ, эффективных в качестве депрессорных присадок к маслам, являются полиалкил(мет)акрилаты, алкилнафталины, алкилфенолы и сложные эфиры многоатомных спиртов. Российский депрессатор ПМА-Д представляет собой 35%-ый раствор гомополимера алкилметакрилата в масле И-20А. Исследование депрессорного действия ПМА-Д в базовых маслах показало, что данная присадка проявляет большую эффективность в дистиллятных маслах, снижая их температуру застывания с -15 до -34°С при концентрации 0,5 мас. [14]. На сегодняшний день в Казахстане отсутствует производство депрессаторов для подготовки базовых масел к транспортировке и переработке. Известные зарубежные присадки в большинстве случаев не обеспечивают требуемого улучшения низкотемпературных свойств нефтей и нефтепродуктов. Кроме того, технология их получения имеет серьезные недостатки. К числу последних относятся: многостадийность, применение и образование коррозионно-агрессивных продуктов.

Наиболее эффективным и экономически целесообразным способом улучшения низкотемпературных свойств нефтей, топлив и масел является использование депрессорных присадок. Преимущество их заключается в том, что, помимо предотвращения парафиноотложения, они улучшают и низкотемпературные свойства нефти, что важно при дальнейшем ее транспортировании [6-8].

Критериями оценки действия депрессорных присадок к нефтям при решении указанных выше проблем являются снижение температуры застывания, парафиноотложений и реологических характеристик – динамической вязкости и предельного напряжения сдвига при температурах, близких к их температурам застывания.

Синтез и промышленное производство присадок, мировое производство которых превышает 1,5 млн. т/год, является важной самостоятельной отраслью нефтехимии.

Но производство депрессорных присадок для улучшения эксплуатационных свойств высокопарафинистых нефтей в РК отсутствует, применяемые в настоящее время депрессорные присадки завозятся из-за рубежа и они характеризуются низкой депрессорной активностью. Более эффективными и перспективными депрессаторами к нефтям и базовым маслам являются сополимеры алкил(мет)акрилатов с различными мономерами. В этом случае появляются более широкие возможности варьирования химического состава в целях достижения оптимального сочетания депрессорных свойств присадки.

В связи с изложенным выше, разработка новых высокоэффективных отечественных депрессоров комплексного действия, обладающих деэмульгирующей и депрессорной способностью с гибкой технологией их получения и использование их в качестве депрессаторов для парафинистых нефтей и базовых масел является весьма актуальным при индустриально-инновационном развитии Казахстанской экономики в целом.

Экспериментальная часть

Разработан синтез депрессорных присадок методом сополимеризации бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой и фумаровой кислоты в присутствии перекиси бензоила с соотношением 1:1:0,5:0,1-0,3 при температуре 100-120^{0}С в течение 4-6 ч в растворителе и в расплаве и дальнейшей модификацией в присутствий жирных кислот госсиполовой смолы при температуре 60-70^{0}С в течение 30-40 мин.

Для придания полиметакрилатным присадкам тех свойств, которые не достигаются при гомополимеризации алкилметакрилатов, был проведен ряд синтезов по получению сополимеров алкилметакрилатов, т.е. при котором достигаются депрессорные свойства не только по отношению к высокопарафинистым нефтям, но и нефтепродуктам. Возможности изменения состава присадок, особенно для сополимерных, или тройных сополимеров широки, поскольку сополимеры могут состоять из макромолекул различной величины, структуры и состава. Каждый из этих составов обуславливает депрессорные свойства сополимера за счет усиления процесса синергизма. При сополимеризации растворители могут влиять не только на скорость процесса (что в основном рассматривается при изучении гомополимеризации), но и на состав и микроструктуру образующихся сополимеров. При классическом подходе к кинетике гомополимеризации, в основу общепризнанной схемы Майо- Льюиса [15], описывающей радикальную сополимеризацию, положены постулаты, не рассматривающие влияние растворителя, концентрации мономеров, длины и конформации макрорадикалов. Таким образом, определенные с помощью этой схемы значения относительных активностей сомономеров r_1 и r_2 позволяют предсказать состав сополимеров (при любых конверсиях), их микроструктуру и степень химической неоднородности. Для мономеров с полярными и объемными заместителями более точные результаты дает модель предконцевого звена [16], в которой активность макрорадикала при сополимеризации зависит от природы концевого и предконцевого звеньев.

Во многих случаях на практике экспериментальные данные часто отличаются от расчетных и такие системы по классификации Френкеля С.Я. и Мягченкова В.А. [17] были отнесены к «неклассическим». Определение относительных активностей сомономеров согласно классической теории сополимеризации Майо-Льюиса позволяет предсказать состав сополимеров при любых конверсиях и, следовательно, вычислить степень химической неоднородности получаемых сополимеров. Установлено, что во многих случаях поведение сополимерных систем не подчиняется классическим закономерностям (по терминологии Мягченкова- Френкеля, их относят к «особым» [17]), причем причины этого могут быть разными. В таких случаях состав сополимеров зависит от условий полимеризации.

Процесс получения депрессоров состоит из трех основных стадии:

1 стадия процесса сополимеризации. Сополимеризацию бутилметакрилата и метилового эфира олеиновой кислоты в соотношении 1:1, 1:2, 2:1 с определением динамики изменения состава сополимеров проводили в стеклянных ампулах при температуре 100-120 °С без доступа воздуха. Перед сополимеризацией смесь продували азотом в течение 15 минут для удаления растворенного кислорода. Общая концентрация мономеров в растворе варьировалась от 1,0 до 6.0 ммоль/г. Концентрация инициатора (пероксид бензоила или ДАК) составляла от 0,5 до 2.0 % мол. В качестве растворителей использовались толуол, ДМФА. Концентрация инициаторов радикальной полимеризации (пероксид бензоила или ДАК) варьировалась в пределах 0.3-2.5 % мас. от общей массы мономеров. В лабораторных условиях берут 3-х горлую колбу емкостью 0,5х10^{-3}м^3 снабженную мешалкой, обратным холодильником и капельной воронкой наливают 100 мл бутилметакрилат, 100 мл метилового эфира олеиновой кислоты (в соотношении 1:1, 1:2, 2:1) и пероксид бензоила. Затем реакционную среду с помощью маслянной бани нагревают до 100°С и выдерживают в течение 6-8 ч. Во время сополимеризации, через определенный промежуток времени отбирают пробу для анализа с целью наблюдения хода реакции. Конверсия мономеров составляла 91-98 %. Ее вычисляли на основе данных по начальному и остаточному содержанию мономеров в реакционных смесях турбометрическими методами.

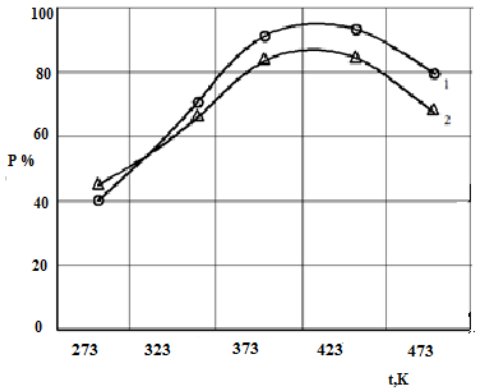
Остаточное содержание бутилметакрилата и метилового эфира олейновой кислоты в смеси 0,2%. Молекулярная масса сополимера от 35 000 до 40 000.

В таблице 1 представлены некоторые физико-химические свойства сополимеров на основе бутилметакрилата и метилового эфира олейновой кислоты.

2 стадия процесса сополимеризации. Для осуществления второй стадии сополимеризации, сополимеруна основе бутилметакрилата и метилового эфира олейновой кислоты в 3-х горлую колбу добавляют фумаровую кислоту в количестве 50 мл. и 0,1% раствор пероксид бензоила (в толуоле) в количестве 20 мл. Затем реакционную среду с помощью масляной бани нагревают до 100°С и выдерживают в течение 4 часов. Физико-химические свойства сополимеров на основе бутилметакрилата и метилового эфира олеиновои кислоты представлены в таблице 1.

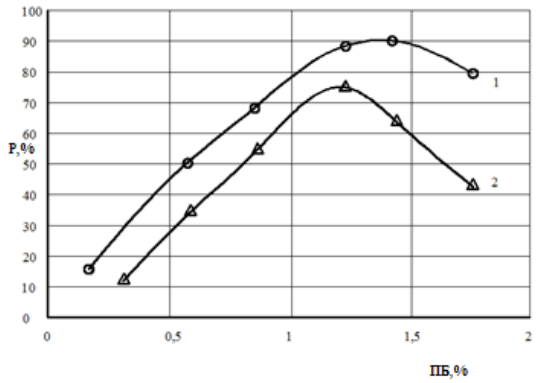
3 стадия процесса - модификация. Модификация сополимеров на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой и фумаровой кислоты осуществляется с помощью жирных кислот госсиполовой смолы. Для этого в 3-х горлую колбу после 2-ой стадии процесса сополимеризации добавляют 50 мл. жирных кислот госсиполовой смолы и температуру реакционной среды с помощью маслянной бани нагревают до 60-70°С и выдерживают в течение 30-40 мин. В процессе модификации сополимера в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы, густая полимерная масса гомогенизируется и в результате образуется вязкотекучая масса желто- кремового цвета.

Выход сополимеров в зависимости от температуры, концентрации инициатора, продолжительности синтеза, pH среды определяли при фиксировании определенных параметров в наборе пробирок (10 штук), установленных в термостате. Результаты определения зависимости выхода сополимера от условий реакций приведены на рисунках 1,2.



обозначения: t = 393К; τ=4 ч

Рис. 1. Зависимость выхода сополимеров на основе бутилметакрилата и метилового эфира олеиновой кислоты (2), и бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты (1) от концентрации инициатора



обозначения: t = 4 ч; [ПБ]=1,5 %

Рис. 2. Зависимость выхода сополимеров на основе бутилметакрилата и метилового эфира олеиновой кислоты (2), и бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты (1), от температуры в присутствии перекиси бензоила [ПБ]

Из рисунков 1, 2 видно, что выход сополимера бутилметакрилата и метилового эфира олеиновой кислоты на 1 – й стадии - составляет более 70 %, а на 2 – й стадии - составляет более 90 %.

Строение синтезированных депрессорных присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты устанавливали методом элементного анализа, кислотных чисел, ИК-спектроскопии (Рисунки 3,4,5).

ИК- спектры снимали на ИК-Фурье спектрометр Shimadzu IR Prestige-21 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы PikeTechnologies.

Для наблюдения хода реакции и сравнительного анализа представлены ИК-спектры гомополимера бутилметакрилата (рисунок 3) [18,19], где присутствуют полосы с частотой поглощения в области 1720 $см^{-1}$, относящиеся к С=О группе алифатических сложных эфиров, полоса поглощения с частотой 1385 $см^{-1}$, характерная для метильной группы звеньев бутилметакрилата, области 1463, 1462, 1467 $см^{-1}$, относящиеся к метиленовой группе при $–CH_2$-O-CO и 1377 $см^{-1}$, относящиеся к симметричному деформационному колебанию алифатической CH_3 – группы.

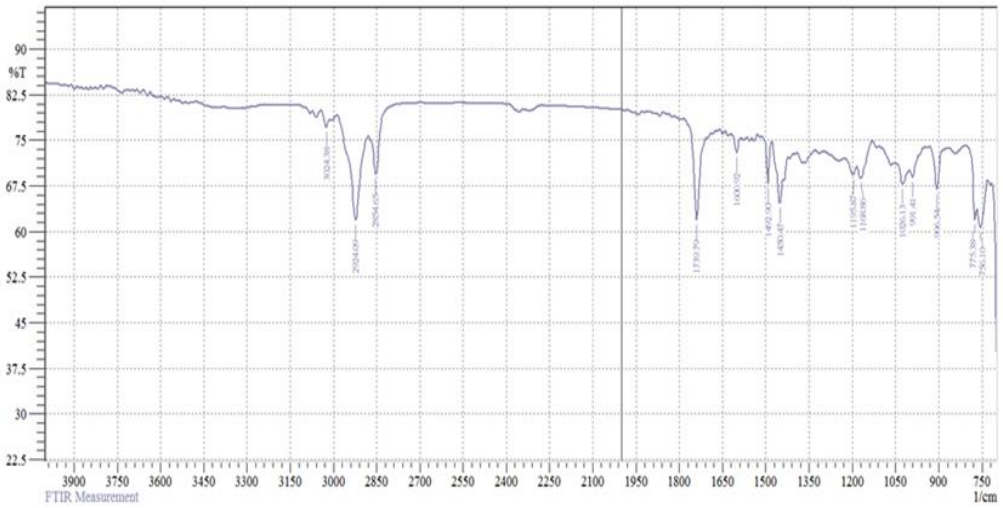


Рис. 3. ИК-спектр полибутилметакрилата

На ИК- спектре сополимера на основе бутилметакрилата и метилового эфира олеиновой кислоты (рисунок 4) присутствует область поглощения 748 - 713 $см^{-1}$, характерная для CH_2, в области 1300–1000 $см^{-1}$ С-О и в области 1728 $см^{-1}$, относящиеся к С=О группе алифатических сложных эфиров,области 1435, 1458, относящиеся к метиленовой группе при $–CH_2$-O-CO и 1377 $см^{-1}$, а также широкая полоса поглащение 2954–2854 $см^{-1}$ относящиеся к симметричному деформационному колебанию алифатической -CH_3 группы.

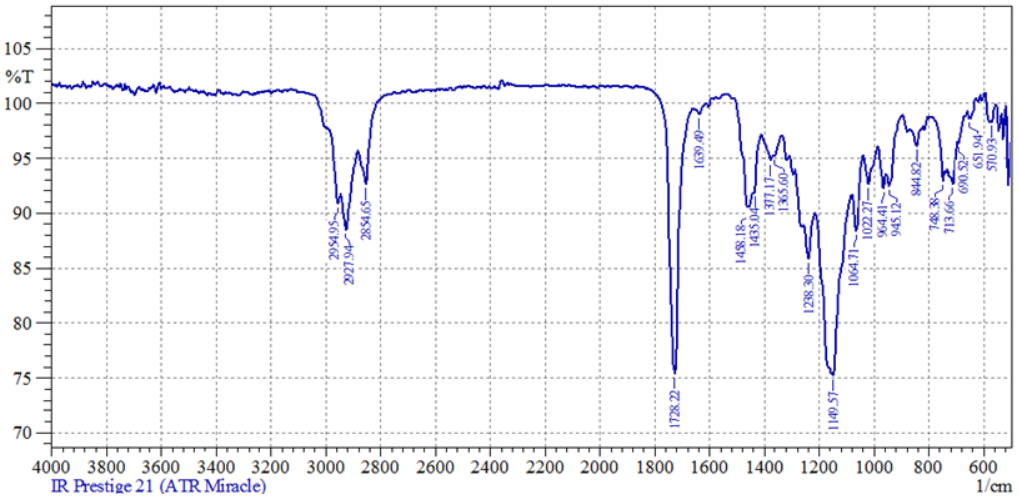


Рис. 4. ИК- спектр сополимера на основе бутилметакрилата и метилового эфира олеиновой кислоты.

ИК- спектр сополимера на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты (рисунок 5) имеет несколько отличий от ИК- спектра сополимера на основе бутилметакрилата и метилового эфира олеиновой кислоты, т.е.появляется широкая полоса поглощения в области 3600–3000 $см^{-1}$ характерные для связанной – ОН групп т.е.карбонильных групп фумаровой кислоты. Интенсивность полосы поглощения в области 2954–2854 $см^{-1}$($-CH_3$), 1728 и 1149 $см^{-1}$(C=O) падает, а в области 1573, 1404 и 1384 $см^{-1}$ усиливается. Необходимо отметить, чтоинтенсивные полосы поглощения в области 1400($–COO^-$) и 1380 $см^{-1}$ ($-CH_3$) объединяются в одну широкую полосу поглощения. Полосы поглащения в области 1300–1050 $см^{-1}$ относятся асимметричным и симметричным валентным колебаниям эфирной группы (C – O – C).



Рис. 5. ИК- спектр сополимера на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты.

ИК- спектр сополимера на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты, фумаровой кислоты и модификация в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы (рисунок 6) несколько отличается от предыдущих. Сохраняется широкая полоса поглощения в области 3600–2900$см^{-1}$, характерные для связанной –ОН групп. В ИК- спектрах модифицированного сополимера появляются полосы поглощения характерные деформационному колебанию CH_2 групп в области 900 – 650 и 2880 -2850 $см^{-1}$, а также 1650-1550 $см^{-1}$ можно отнести к ионам $–COO^-$.

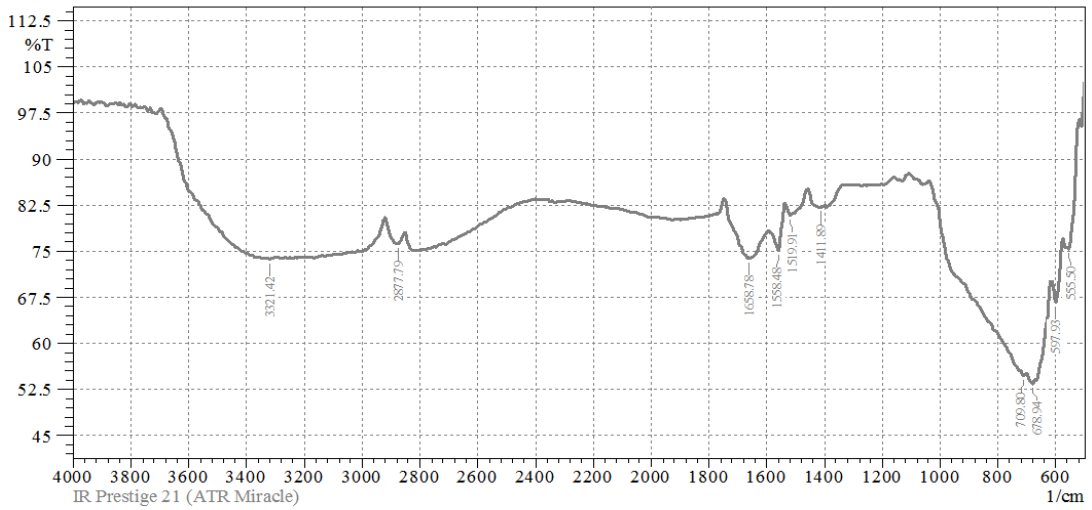


Рис. 6. ИК- спектр сополимера на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты,фумаровой кислоты и жирных кислот госсиполовой смолы.

Из полученных результатов видно, что реакции сополимеризации протекают по радикальному механизму по двойным связям. Исследования показали, что при проведении сополимеризации бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы в данных условиях, полученное соединение характеризуется регулярной структурой и однородным составом. Степень превращения составляет 95–97 %, что положительно сказывается при их использовании в качестве присадок к базовым маслам. На ИК-спектрах исследуемых сополимеров отсутствуют частоты поглощения в области 1640 $см^{-1}$. Для CH_2 и CH_3 групп характерны полосы поглощения в интервале 2955-2849 $см^{-1}$. Полоса поглощения карбонильной группы (>C=O) лежит в области 1724 $см^{-1}$. Полоса поглощения метиленовой группы, соединенной с алифатической цепью лежит в области 1456 $см^{-1}$. Отсутствие области 1640 $см^{-1}$ и 1650 $см^{-1}$, характерной для наличия двойной связи (концевая винильная группа) (рисунок 4,5,6), присутствующей у исходных продуктов свидетельствует о том, что все связи в вышеуказанных сополимерах двойные.

Для потверждения протекания процесса двух стадийной сополимеризации вышеуказанных мономеров, кроме ИК – спектров, нами были определены кислотные числа, приведенная вязкость и т.д. полученных продуктов в зависимости от продолжительности сополимеризации на каждом этапе, определенном промежутке времени.

Из таблицы 1 видно, что в период от 1,0-4,0 ч кислотное число в каждом этапе, т.е. на 1 и 2 стадии процесса сополимеризации увеличивается по ходу реакции кислотное число и приведенная вязкость.

При этом в процессе радикальной сополимеризации наблюдается изменение физико-химических свойств сополимера, таких как кислотное число и приведенная вязкость в зависимости от продолжительности сополимеризации на каждом этапе, т.е. подтверждает увеличение карбоксилатных групп в макромолекулах в результате сополимеризации - первой стадии за счет метилового эфира олеиновой кислоты, а на второй стадии фумаровой кислоты. В процессе модификации сополимера в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы резко увеличивается кислотное число, а приведенная вязкость снижается.

Таким образом изменение физико-химических свойств сополимера в зависимости от продолжительности сополимеризации в каждом этапе, подтверждает данные ИК-спектроскопических исследовании о протекании 2 –х стадийной сополимеризации позволяет в результате взаимодействия бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты, фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы .

Таблица 1. **Физико-химические свойства сополимера на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы**

Время сополимеризации и модификации, ч	Кислотное число кг·10^{-6} КОН/ кг ·10^{-3}полимера	η уд/с	Растворимость
1	4	8	9
Сополимеризация БМА + МЭОК			
1,0	61,6	24,0	растворим в толуоле
2,0	76,4	25,2	--//--
3,0	79,1	26,3	--//--
4,0	84,5	27,8	
Сополимеризация БМА + МЭОК + ФК			
1,0	115,5	29,2	набухает в воде
2,0	168,3	30,4	растворим в воде
3,0	181,4	30,6	--//--
4,0	194,6	30,9	--//--
Модификация сополимера в присутствии ЖКГС			
0,25	398,1	30,1	растворим в воде
0,50	490,4	30,2	растворим в воде

Заключение

Таким образом, синтезированы 25% растворы сополимерных присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой и фумаровой кислоты методом радикальной сополимеризации в массе, органических растворителях и в водной среде в присутствии перекиси бензоила, с последующей модификацией в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы.

Определены оптимальные условия, при которых протекает процесс сополимеризации и модификации, обеспечивающий получение конечного продукта с комплексными свойствами для регулирования эксплуатационных свойств базовых масел.

Исследованы физико – химические свойства сополимерных присадок методом элементного анализа, ИК-спектроскопии и турбодиметрическим титрованием в зависимости от времени сополимеризации и модификации. При этом установлен состав и строение синтезированных депрессорных присадок.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа. - М.: Недра, 1988, 368 с.1.

[2] Алиева А.И. Исследования реологических свойств высокопарафинистых нефтей. – Известия Академии Наук Азербайджана. – 2003. - №3. – С. 88-93.

[3] Тугунов П.И., Новоселов В.Ф. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам. – М: Недра, 1973. – 88с.

[4] Надиров Н.К., Тугунов П.И., Брот Р.А. Трубопроводный транспорт вязких нефтей. – Алматы: Наука, 1985. -264 с.

[5] Марриот Дж. М. Применение модификаторов парафиновых кристаллов к сырой нефти и мазуту // Брит, пром-ть и техника. – 1984. –Вып. 59. - № 3. – С. 5-7.

[6] Васильянова Л.С. Некоторые особенности нефтей Казахстана //Нефть и газ. -2006. - №2. – С.81-87

[7] Каменщиков Ф.А. Эффективность применения полиакриламида для предотвращения смоло парафиновых отложений/Нефтепромысловое дело. –М: ВНИИОЭНГ. -1983. –Вып. 1. –С. 14-15.

[8] О борьбе с отложениями парафина в лифтовых трубах скважин Усинского месторождения / В.Т. Балабанов //Нефтепромысловое дело. -1979. -№ 8. –С. 34.

[9] О борьбе с отложениями асфальтосмолистых веществ и парафинами в объединении «Удмуртнефть»./ О.Ф. Лезов //Нефтепромысловое дело. –М.: ВНИИОЭНГ, -1980. -№ 4. –С. 18.

[10] Ахмедов А.И.,Исмайлова Н.Д., РустамоваС.Н. Многофункциональные полимерные присадки к смазочным маслам //ХТТМ. 1984. - №9. - С. 43-46.

[11] Кулиев А.М, Химия и технология присадок к маслам и топливам. - М.: Химия,1985. - 312 с.

[12] Сюняев З.И., Сюняев Р.З., Сафиева Р.З. Нефтяные дисперсные системы. – М.: Химия, 1990. – 226 с.

[13] 12.Тертерян Р. А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам. – М. : Химия, 1990. – 238 с.

[14] Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. –М.: Химия, 1972, 360 с.

[15] 14.Потоловский Л. А., Бушуева Т.А., Фишман Х.Х. Использование полиметакрилата «Д» в нефтяных маслах // Тр. ВНИИ НП. – 1970. –Вып. 12. – С. 288-292.

[16] Mayo F.R. A Basis for Comparing the Behavior of Monomers in Copolymerization; The Copolymerization of Styrene and Methyl Methacrylate / Frank R. Mayo, Frederick M. Lewis // J. Am. Chem. Soc.. - 1944. - V. 66(9). - P. 1594-1601.

[17] Merz E. Intramolecular reactions in vinyl polymers as a means of investigation of the propagation step / Merz E., Alfrey T., Goldfinger G. // J. Am. Chem. Soc.. - 1946. - V. 1(2). - P. 75-82.

[18] Мягченков В.А. Композиционная неоднородность сополимеров / Мягченков В.А., Френкель С.Я. - Л: Химия, 1988. - 248 с.

[19] Туремуратов Р.С Олефиндер және аминоароматты қосылыстар негізінде жоғары парафинді мұнайлардың депрессаторларын алу технологиясын құрастыру: дис. ... док. фил. (Ph.D:6Д072100-ХТОВ – Шымкент: М.Әуезов ат. ОҚМУ, 2017. - 123 с.

Бейсенбаев О. К., Кенесбек М. Н., Иса А. Б., Туремуратов Р. С., Артыкова Ж. К.

Госсипол шайыры май қышқылдарының қатысуымен бутилметакрилат, олеин және фумар қышқылының метил эфирі негізінде депрессаторлардың физикалық-химиялық қасиеттерін зерттеу және алу.

Резюме. Бутилметакрилат, олеин және фумар қышқылының метил эфирі негізіндегі сополимерлік қоспалар массада, органикалық еріткіштерде және сулы ортада бензоил тотығының қатысуымен радикалды сополимерлеу әдісімен синтезделген, кейіннен госсипол шайыр май қышқылдарының қатысуымен модификацияланады.

Негізгі майлардың пайдалану қасиеттерін реттеу үшін кешенді қасиеттері бар соңғы өнімді алуды қамтамасыз ететін полимерлеу және модификациялау процесі өтетін оңтайлы жағдайлар анықталды.

Сополимерлік қоспалардың физикалық – химиялық қасиеттері элементтік талдау әдісімен, ИК-спектроскопия және сополимерлеу уақытына байланысты турбодиметрлік титрлеу арқылы зерттелді. Синтезделген присадкалардың құрамы мен құрылысы белгіленген.

Түйінді сөздер: синтез, сополимеризация, бутилметакрилат, олеин қышқылының метил эфирі, фумар қышқылы және госсипол шайырының майлы қышқылдары, присадка, мұнай, ИК-спектр, базалық майлар, кинематикалық тұтқырлығы, қату

УДК 665.75: 665.7.03

O. K. Beisenbayev, M. N. Kenesbek, A. B. Issa, R. S. Turemuratov, S. T. Tanashev
(M. Auezov South Kazakhstan state University
oral-kb@mail.ru)

STUDY OF THE EFFECT OF DEPRESSOR ON THE BASIS OF BUTYLMETHACRYLATE, METHYL ESTER OLEIC AND FUMARIC ACID IN THE PRESENCE OF FATTY ACIDS GOSSYPOL RESIN KINEMATIC VISCOSITY AND LOW TEMPERATURE CHARACTERISTICS OF BASE OILS

Abstract. The effect of the additive concentration on the kinematic viscosity of the base oil from the Kumkol oil field was studied. The concentration of the additive varied from 0.05 to 1.0 wt.% at 25 and 40^0 C.

It is shown that the synthesized additive based on butylmethacrylate, methyl ester of oleic acid and fumaric acid in the presence of fatty acids of gossypol resin at a concentration of 0.05 wt.% provides a decrease in the kinematic viscosity of oil by 35.4%, i.e. is characterized by high efficiency in the studied oils from the Kumkol oil field.

The influence of the concentrations (0,1-0,005%) synthesized additives on the basis of butylmethacrylate, methyl ester of oleic acid and fumaric acid in the presence of fatty acids gossypol resin on the pour point of base oils from Kumkol oil and it was found that the pour point of base oil(before hydrotreating) is: 2nd oil fraction 420–480C from 27.5 to – $10,4^0$C , and 3rd oil fraction 480–500^0C from 35.0 to – 5,50 C,(after hydrotreating): 420–480^0 C from – 15.5 to – $34,5^0$C, and fractions 480–500^0C from – 21.5 to – $30,6^0$C.

Key words: additive, base oil, kinematic viscosity, pour point and turbidity.

О.К. Бейсенбаев, М.Н. Кенесбек, А.Б. Иса, Р.С. Туремуратов, С.Т. Танашев
(Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова
oral-kb@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕПРЕССОРА НА ОСНОВЕ БУТИЛМЕТАКРИЛАТА, МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ОЛЕИНОВОЙ И ФУМАРОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ НА КИНЕМАТИЧЕСКУЮ ВЯЗКОСТЬ ИНИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВЫХ МАСЕЛ

Аннотация. Исследовано влияние концентрации присадки на кинематическую вязкость базового масла из нефти Кумкольского месторождения. Концентрация присадки варьировалась от 0,05 до 1,0 масс.% при 25 и 40^0C.

Показано, что синтезированная присадка на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы при концентрации 0,05 масс.% обеспечивает снижение кинематической вязкости нефти на 35,4%, т.е.характеризуется высокой эффективностью в исследованных маслах из нефти Кумкольского месторождения.

Исследовано влияние концентраций (0,1-0,005%) синтезированных присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы на температуру застывания базовых масел из Кумкольской нефти и при этом установлено, что температура застывания базовых масел(до гидроочистки) составляет: 2–ой масляный погон фракция 420–480^0C от 27,5 до – $10,4^0$C, а 3–й масляный погон фракция 480–500^0C от 35,0 до – $5,5^0$C,(после гидроочистки): 420–480^0C от – 15,5 до – $34,5^0$C, а для фракций 480–500^0C от – 21,5 до – $30,6^0$C.

Ключевые слова: присадка, базовое масло, кинематическая вязкость, температура застывания и помутнения.

Введение. Базовые масла на основе Кумкольской нефти относятся к высокопарафинистым маслам.

В этом отношении применение депрессаторов считается наиболее перспективным и экономически выгодным. В связи с этим разработка и применение новых высокоэффективных реагентов-депрессаторов является актуальной. В настоящее время особенно актуальным является поиск путей получения новых, более эффективных депрессаторов к высокопарафинистым нефтям и нефтепродуктам. Действие депрессорных присадок сводится к их влиянию на процессы кристаллизации и структурообразования твердых, в первую очередь, парафиновых углеводородов [1-3].

Депрессорные присадки к нефтям по химической природе являются, как правило, полимерными веществами. Концентрация депрессора выбирается в зависимости от цели и условий применения присадки. Оптимальная температура ввода депрессора в высокопарафинистые нефти лежит в диапазоне 50-70^{0}С [2,3]. Для улучшения эксплуатационных свойств масла вводят одновременно несколько органических соединений с различными функциональными группами или многофункциональную присадку — органическое вещество с несколькими функциональными группами в молекуле, оказывающими на масла разностороннее действие [4,5]. Некоторые исследователи считают целесообразным получать сложные органические соединения, содержащие все требуемые функциональные группы в молекуле; другие же высказывают мнение, что следует синтезировать моно- или бифункциональные соединения и комбинированием их получать желаемую многофункциональную присадку. Надо отметить, что комбинированные присадки состоят из двух или нескольких компонентов, которые в сочетании друг с другом улучшают целый комплекс эксплуатацонных свойств смазочных масел[5,6]. За счет синергетического эффекта один компонент такой композиции может усиливать активность других компонентов. Если же все функциональные группы сосредоточены в одной молекуле, присадка расходуется целиком и перестает выполнять свои функции. Описаны способы получения многофункциональных присадок сополимеризацией эфиров дикарбоновых кислот с различными мономерами.

В связи с этим, разработка комплексных систем, базирующихся на дешевом и доступном сырье, характеризующиеся высокими реологическими свойствами и хорошей ингибирующей способностью.

На сегодняшний день в Казахстане отсутствует производство депрессоров для подготовки базовых масел к эксплуатации и транспортировке.

Целью данного исследования является изучение влияния синтезированных многофункциональныхи комбинированных присадок, состоящих из нескольких компонентов - бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы, которые в сочетании друг с другом улучшают целый комплекс эксплуатацонных свойств базовых масел, таких как кинематическая вязкость и низкотемпературные характеристики.

2 Экспериментальная часть

Для изучения влияния депрессоров на кинематическую вязкость и низкотемпературные характеристики базовых масел из нефти Кумкольского месторождения, были использованы синтезированные сополимеры на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы.

Основные реологические и физико-химические характеристики базовых масел Кумкольской нефти приведены в таблице 1.

Анализ распределения углерода в исследуемых образцах показывает (таблица 1), что количество углерода, входящего в состав ароматических структур обоих продуктов, одинаково. Большее количество углерода, входящего в состав нафтеновых структур третьего масляного погона, указывает на наличие в нем большего количества нафтеновых углеводородов с высоким коэффициентом преломления группового химического состава.

Оценку эффективности воздействия депрессорных присадок на реологические свойства базовых масел из нефти Кумкольского месторождения проводили путем реометрических исследований на капиллярном вискозиметре [10]. При этом необходимо обеспечить полное растворение и равномерное распределение в анализируемой среде активного вещества присадки. Ее предварительно разбавляют в подходящем растворителе и после введения тщательно размешивают в анализируемой среде.

Таблица 1. **Основные реологические и физико-химические характеристики базовых масел Кумкольской нефти [7 - 9]**

№ п/п	Наименование показателей		2–ой масляный погон фракция 420–480°С	3–ий масляный погон фракция 480–500°С
1	Плотность ρ_4^{20}		0,8851	0,9016
2	Коэффициент преломления n_D^{50}		1,4780	1,4850
3	Вязкость, сСт	υ_{50}	14,9	36,7
		υ_{100}	4,1	7,4
4	Вязкостно–весовая константа		0,837	0,849
5	Интерцепт рефракции		1,0475	1,0462
6	Температура застывания, ^{0}С		27,5	35,0
7	Средний молекулярный вес		340	410
8	Удельная дисперсия		140	151
9	Анилиновая точка, ^{0}С		90	97
10	Групповой химический состав, %	Парафинонафтеновые углеводороды	78,3	72,3
		Легкие ароматические углеводороды	8,8	9,9
		Средние ароматические углеводороды	5,5	6,2
		Тяжелые ароматические углеводороды	6,0	8,5
		Смолы	1,4	2,9
	Структурно групповой состав, %	C_P	59	53,5
		C_N	30	35,5
		C_A	11	11
11	Индекс вязкости		–	83
12	Температура вспышки, ^{0}С		–	206

Кинематическая вязкость измерялась при температуре 25 ± 0,1°С на капиллярном вискозиметре ВПЖ-3 с диаметром капилляра 1,2 мм, а при температуре 40°С- на вискозиметре ВПЖ-2 с диаметром капилляра 0,99 мм.

Концентрация присадки варьировалась от 0,05 до 1,0 масс.%. Результаты сравнительных испытаний образцов базовых масел без присадки и содержащих образцы предлагаемых присадок, приведены в таблицах 2 и 3. Данные таблиц подтверждают, что все исследованные композиционные присадки сополимеры на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы позволили снизить значение вязкости исследуемого базового масла.

Из таблицы 2 видно, что применение депрессорных присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы при концентрации 0,05-0,10 мас.% снижает значения кинематической вязкости масла на 16% - 25% .

Таблица 2. **Зависимость изменения кинематической вязкости базового масла от концентрации присадки на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы при температуре 25°С**

Состав присадки	Кинематическая вязкость масла, мм^2/с) при 25°С					
	Концентрация присадки, %масс.					
	-	0,05	0,1	0,20	0,5	1,0
Базовое масло	153,83	-	-	-	-	-
Образец 1	-	119,64	119,32	118,61	117,15	118,45
Образец 2	-	115,24	121,58	121,78	119,95	117,31

Из таблицы 2 видно, что синтезированные депрессорные присадки оказывает положительное влияние на снижение вязкости масла при температуре 25°С. При исследовании депрессорных свойств сополимеров установлено, что при концентрации в базовом масле 0,05мас.% обеспечивает максимальное снижение кинематической вязкости на 24,6%, а при концентрации присадки 0,5 масс.%, ведет к увеличению расхода присадки.

При исследовании изменения кинематической вязкости масла при температуре 40°С исследуемые сополимеры также снижают вязкость в среднем на 5-16% (Таблица 3).

Таблица 3. **Зависимость изменения кинематической вязкости масла в зависимости от концентрации присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы при температуре 40^{0}С ОК+БМА (1:1)**

№ п/п	Состав присадки	Кинематическая вязкость масла, мм^2/с) при 40°С					
		Концентрация присадки, %масс.					
		-	0,05	0,1	0,25	0,5	1,0
1	Масло без присадки	73,82	-	-	-	-	-
2	Образец 1	-	69,54	63,85	63,08	62,28	62,75
	Образец 2		68,89	63,45	62,96	61,71	62,05

Исследовано влияние синтезированных присадок на изменения температуры застывания базовых масел из Кумкольской нефти (до гидроочистки) от концентрации (таблица 4). Исследование влияния концентраций (0,1-0,005%) синтезированных присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы на температуру застывания базовых масел из Кумкольской нефти(до гидроочистки) показало, что при добавлении их от (0,1-0,005%) снижается температура застывания базовых масел Кумкольской нефти:420–480^{0}С от 27,5 до – 10,4^{0}С, а для фракций 480–500^{0}С от 35,0 до – 5,5^{0}С.

Таблица 4. **Зависимость изменения температуры застывания базовых масел (до гидроочистки) из Кумкольской нефти от концентрации депрессорной присадки на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы по ГОСТу 20287**

	Объем, мл	Объем присадки, %	$T_{заст.}$°С с присадкой	$T_{заст.}$ °С с присадкой
			2–й масляный погон фракций 420–480^{0}С	3–й масляный погон фракций 480–500^{0}С
Базовые масла Кумкольской нефти	100	-	27,5	35,0
	100	0,005	19,5	28,9
	100	0,001	14,0	22,7
	100	0,05	9,8	15,0
	100	0,025	4,8	11,5
	100	0,01	– 3,5	– 1,0
	100	0,1	– 10,4	– 5,5

Тем не менее, концентрация вводимых присадок и эффективность ее действия зависят от температуры ввода присадок, от состава и количества парафиновых углеводородов, содержания асфальтенов и смол, а также их соотношения.

Зависимость изменения температуры застывания базовых масел из Кумкольской нефти (после гидроочистки) от концентрации депрессорной присадки приведена в таблице 5. Исследование влияния концентраций (0,1-0,005%) синтезированных присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы на температуру застывания базовых масел из Кумкольской нефти(после гидроочистки) показало, что при добавлении их от (0,1-0,005%) снижается температура застывания базовых масел Кумкольской нефти: 420–480^{0}С от – 15,5 до – 34,5^{0}С, а для фракций 480–500^{0}С от – 21,5 до – 30,6^{0}С.

Таблица 5. **Зависимость изменения температуры застывания базовых масел(после гидроочистки)из Кумкольской нефти от концентрации депрессорной присадки на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы по ГОСТу 20287**

	Объем, мл	Объем присадки, %	$T_{заст.}$ °С с присадкой	$T_{заст.}$ °С с присадкой
			2–й масляный погон фракций 420–480^{0}С	3–й масляный погон фракций 480–500^{0}С
Базовые масла Кумкольской нефти	100	-	-15,5	-21,7
	100	0,005	-29,5	-25,6
	100	0,001	-30,0	-26,4
	100	0,05	-32,8	-28,9
	100	0,025	-32,4	-28,3
	100	0,01	-32,0	-28,2
	100	0,1	-34,5	-30,6

Заключение

Таким образом, в результате исследования влияния концентрации(от 0,05 до 1,0 масс.% при 25 и 40^{0}С) присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы на кинематическую вязкость базового масла из нефти Кумкольского месторождения выявлено, что синтезированная присадка при концентрации 0,05масс.% обеспечивает снижение кинематической вязкости базовых масел на 35,4%, т.е.характеризуется высокой эффективностью.

Исследовано влияние концентраций (0,1-0,005%) синтезированных присадок на основе бутилметакрилата, метилового эфира олеиновой кислоты и фумаровой кислоты в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы на температуру застывания базовых масел из Кумкольской нефти и при этом установлено, что температура застывания базовых масел (до гидроочистки) составляет: 2–ой масляный погон фракция 420–480^{0}С от 27,5 до – 10,4^{0}С, а 3–й масляный погон фракция 480–500^{0}С от 35,0 до – 5,5^{0}С,(после гидроочистки): 420–480^{0}С от – 15,5 до – 34,5^{0}С, а для фракций 480–500^{0}С от – 21,5 до – 30,6^{0}С.

Таким образом, механизм действия синтезированных депрессорных присадок состоит в создании на поверхности кристаллов защитного барьера, который препятствует построению кристаллической структуры, охватывающей всю жидкую фазу базовых масел [11], благодаря высокой молекулярной массе и длине алкильных групп, содержащихся в макромолекулах, что приводит проявлению эффекта синергизма за счет использования нескольких мономеров при синтезе депрессаторов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тертерян Р. А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам. – М. : Химия, 1990. – 238 с.

[2] Кулиев А.М, Химия и технология присадок к маслам и топливам. – М.: Химия,1985. – 312 с.

[3] Сюняев З.И., Сюняев Р.З., Сафиева Р.З. Нефтяные дисперсные системы. – М.: Химия, 1990. – 226 с.

[4] Фукс Г.И. Механизм действия присадок, снижающих температру застывания минеральных масел//Сб."Присадки к смазочным маслам".-М.-Л.:Гостоптехиздат,1946.-С.37-62.

[5] Черножуков Н.И., Крейн С.Э., Лосиков Б.В. Химия минеральных масел.-М.: Гостоптехиздат, 1959.-415с., с.90-110.

[6] Жузе Т.П. Застывание растворов н-парафинов и парафинистых нефтепродуктов//Коллоидный журнал. -1950.-Т.12.- №4. –С.265-274.

[7] Айдарбаев А.С. Теория и практика разработки нефтяного месторождения Кумколь. – Алматы: Ғылым, 1999. – 275с.

[8] Махмотов Е.С., Сигитов В.Б., Исмурзип О.Б., Кондратьев В.В., Боранбаева Л.Е. Физико-химические и реологические параметры нефтей Республики Казахстан:справочник на 3-х языках (казахский, русский и английский). - Алматы: Жибек жолы, 2008. - Ч. 1. - 629 с.

[9] Карабаев Ж.А. Разработка технологии производства светлых и маслянных фракций из малосернистых нефтей:дисс. ... докт. фил. (Ph.D): 6D072100 / КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2015. – 137с.

[10] Лихтеров С.Д., Шор Г.И. Исследование структурообразования и ассоциации компонентов в нефтяных маслах вискозиметрическими методами//Химия и технология топлив и масел.-1978.- №6.–С.55-58.

[11] Шахпаронов М.И. , Петрова А.А., Гришин А.П. К вопросу о механизме действия полиметакрилата как депрессора минеральных масел // Нефтехимия. 1965. - Т. 5. - № 2. - 112.

Бейсенбаев О. К., Кенесбек М. Н., Иса А. Б., Туремуратов Р. С., Танашев С. Т.

Бутилметакрилат, олеин және фумар қышқылының метил эфирі негізіндегі госсипол шайырының май қышқылдары қатысында депрессордың негізгі майлардың кинематикалық тұтқырлығына және төменгі температуралы сипаттамаларына әсерін зерттеу

Түйіндеме. Құмкөл кен орнындағы мұнайдан алынатын базалық майдың кинематикалық тұтқырлығына қоспа концентрациясының әсерін зерттеу жүргізілді. Концентрациясы қоспалар ауытқыған 0,05-тен 1,0 масс.% 25 және 40^0 С.

Бутилметакрилат, олеин қышқылының метил эфирі және фумар қышқылы негізіндегі синтезделген қоспа 0,05 масс концентрациясы кезінде госсипол шайырының май қышқылдарының қатысуымен көрсетілген.% мұнайдың кинематикалық тұтқырлығының 35,4% - ға төмендеуін қамтамасыз етеді, яғни Құмкөл кен орнының мұнайы зерттелген майларда жоғары тиімділікпен сипатталады.

Бутилметакрилат, олеин қышқылының метил эфирі және фумар қышқылы негізіндегі синтезделген қоспалар концентрациясының (0,1-0,005%) Құмкөл мұнайдан базалық майлардың қату температурасына әсері зерттелді және бұл ретте базалық майлардың қату температурасы(гидротазартуға дейін) мынаны құрайды: 2–майлы 420–480^0 С фракциясы 27,5 – 10,40 С, ал 3–майлы 480–500^0 С фракциясы 27,5 – 10,40 С, ал 3-майлы 480-500^0С фракциясы 35,0 дейін-$5,5^0$ С,(су тазартудан кейін): 420-480^0С – 15,5–34,5^0С дейін, ал 480 – 500^0С фракциялары үшін – 21,5-30,6^0С дейін.

Түйінді сөздер: присадка, негізгі май, кинематикалық тұтқырлық, қату және тұндыру температурасы.

УДК 541.128

B.Sh. Kedelbaev, K.M. Lahanova, G.M. Iztleuov, A.S. Kolesnikov, A. Dairabaeva, A. Askerbekova, A. Dosbaeva

(M.Auezov South Kazakistan State University, Shymkent, Kazakhstan.
Kh.A.Yassawi International Kazakh-Turkish University, Kazakhstan
E-mail: kas164@yandex.kz)

RESEARCH OF THE PROCESS OF CONTINUOUS HYDROGENATION OF BENZENE IN THE PRESENCE OF MODIFIED CATALYSTS

Abstract: A technology has been developed for the production of alloy nickel hydrogenation catalysts unsaturated. The results of a study of the phase, chemical compositions and structure of nickel alloys and catalysts showed that the introduction of ferroalloys as a modifying additive affects the $NiAl_3$ / Ni_2Al_3 ratio. The studied alloying metals are practically insoluble in alkali and are in the catalyst in dissolved states. All these changes favorably affect the catalytic properties of modified nickel catalysts in the benzene hydrogenation reaction. A systematic study of the activity of stationary catalysts with the addition of ferroalloys in the continuous catalytic hydrogenation of benzene was carried out with a wide variation of the process parameters. At the same time, highly active, stable, and cyclohexane selective new stationary industrial catalysts were developed that operate at temperatures up to 140 ° C and pressures up to 8 MPa.

Keywords: catalyst, nickel, aluminum, benzene, cyclohexane, cadmium plating, promotion, ferroalloys.

Б.Ш. Кедельбаев, К.М. Лаханова, Г.М. Изтлеуов, А.С. Колесников, А. Дайрабаева, А. Аскербекова, А. Досбаева
(Южно-Казахстанский государственный университет им М.Ауэзова
Международный Казахско-Турецкий университет им Х.А. Ясави,
E-mail: kas164@yandex.kz)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО ГИДРИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА В ПРИСУТСТВИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Аннотация: Разработана технология получения сплавных никелевых катализаторов гидрогенизации непредельных. Результаты исследования фазового, химического составов и структуры никелевых сплавов и катализаторов показали, что введение в качестве модифицирующей добавки ферросплавов влияет на соотношение $NiAl_3/Ni_2Al_3$. Исследуемые легирующие металлы практически не растворяются в щелочи и находятся в катализаторе в растворенных состояниях. Все эти изменения благоприятно влияют на каталитические свойства модифицированных никелевых катализаторов в реакции гидрирования бензола. Осуществлено системное исследование активности стационарных катализаторов с добавками ферросплавов в реакции непрерывного каталитического гидрирования бензола при широком варьировании параметров технологического процесса. При этом разработаны высокоактивные, стабильные и селективные по циклогексану новые стационарные катализаторы производственного назначения работающие при температуре до 140°С и давлении 8 МПа.

Ключевые слова: катализатор, никель, алюминий, бензол, циклогексан, гидрирование, промотирование, ферросплавы.

Нефтехимический потенциал промышленно развитых стран определяется объемами производства и переработки ароматических углеводородов. Именно эти продукты формируют сырьевую базу промышленности органического синтеза [1]. В настоящее время общей тенденцией развития нефтяной отрасли в мире стало ужесточение экологического законодательства, направленное на снижение вредных выбросов при использование топлив и масел, а также постоянное повышение требований к качеству нефтепродуктов.

Ужесточение требований и норм по качеству приводит к необходимости опережающего развития технологий для их производства. Исследование процесса гидрогенизации ароматических углеводородов – одна из важнейших проблем нефтехимии в связи с ужесточением требований к современным моторным топливам, в последнее время в соответствии с требованиями “Евро-5 [2].

Проблема снижения содержания ароматических углеводородов может решаться многими способами, в том числе извлечением их адсорбцией или экстракцией, а также превращением в другие, менее вредные соединения. Одним из самых эффективных методов улучшения эксплуатационных свойств топлив, в частности бензина, является их гидродеароматизация, которая заключается в процессе гидрирования ароматических углеводородов в присутствии катализаторов.

С этой точки зрения решение вопросов деароматизация таких соединений представляет собой актуальную проблему.

Обзор литературных данных по гидрированию бензола [3-7] показывает, что во многих случаях процесс осуществляется в паровой фазе при температурах 250-325 °С и давлении водорода 10,0-27,0 МПа. В качестве катализаторов используются также платиноиды. Естественно в этих условиях в катализаторе наблюдаются продукты изомеризации и расщепления, что снижает качество целевого продукта – циклогексана.

Открыты новые методы повышения активности, стабильности и механической прочности никелевых катализаторов, введением добавок других металлов в сплав, в момент их приготовления[8-10]. В результате найдены эффективные катализаторы, ускоряющие реакцию гидрогенизации бензола. На них гидрирование ароматических углеводородов вели в реакторе периодического действия в диапазоне температур 20 - 200°С и давлении водорода 0,1-15,0 МПа.

В промышленном масштабе в производстве циклогексана нашли широкое применение соосажденные оксидные медно-хромитные катализаторы [11-13], хотя они не лишены существенных недостатков по каталитическим и эксплуатационным свойствам в процессах гидрирования. В связи с указанными, исследователями предложены многочисленные модифицированные Ni, Cu , Co - сплавные катализаторы [14-15], которые пока не приобрели промышленного применения в данных производствах. Поэтому актуальной является усовершенствование этих катализаторов путем их модификации, в целях дальнейшего повышения их селективности, эксплуатационных и

каталитических свойств в процессах гидрирования ароматических углеводородов в жидкой фазе.

В работах [16-17] показано, что наиболее дешевыми и доступными в процессах гидрогенизации являются сплавные никелевые катализаторы, модифицированные ферросплавами.

В статье изложены результаты исследования процесса гидрирования бензола до циклогексана на сплавных никелевых катализаторах, модифицированных ферросплавами (ФС) – ферромолибденом (ФМо), ферросиликохромом (ФСХ) и ферросиликокальцием (ФСК).

Исходные сплавы готовили в высокочастотной печи, содержание компонентов в них варьировали (в мас.%): никель – 45-49, алюминий – 50, ФС – 1,0-5,0. Исходные сплавы применяли в виде различных фракций в зависимости от метода их исследования. Так, для металлографического и локального рентгеноспектрального анализа использовали сплавы с различными диаметрами, а для непрерывного гидрирования использовали сплавы с диаметром зерен и 3-5 мм. Физико-химические исследования осуществляли в присутствии порошкообразных сплавов и катализаторов. Для этого исходные сплавы дробили и просеивали через сито 0,25 мм. Катализаторы готовили путем выщелачивания сплавов 20% водным раствором NaOH в кипящей водяной бане в течение часа, затем отмывали водой от щелочи до нейтральной реакции по фенолфталеину. Активацию катализатора проводили непосредственно в самом реакторе. В данном случае гранулированный сплав, с линейными размерами 2-4мм (100г) помещался в специальный стакан, прикрепленной в нижней части реактора и процесс выщелачивания проводили 10%-м водным раствором едкого натра.

В ходе выщелачивания с помощью дозирующего насоса реактор сначала заполнялся дистиллированной водой, а затем из «мерника» подавался раствор щелочи. Степень удаления алюминия контролировалась по выделению водорода, количество которого изменялось газовым счетчиком. После выделения необходимого количества водорода к выщелоченному катализатору, при помощи того же насоса, для прекращения процесса выщелачивания и отмывки катализатора от остатков щелочи до pH-7 подавалась из «мерника» вода. Количество удаленного алюминия из консистенции составляло около 10-15%.

Для идентификации полученных сплавов и катализаторов проведены исследования их структуры и адсорбционных свойств. Для чего катализаторы готовили путем выщелачивания сплавов 20% -ным водным раствором едкого натра на кипящей водяной бане в течение часа.Отбираемые в процессе исследований по ходу гидрированияпробы анализировались хроматографическим и частично рефрактометрическим методами с построением калибровочных кривых, относительно бензола, циклогексана и циклогексена. Определена чувствительность детектора хроматографа в токе гелия на предполагаемый состав катализата, который образуется в процессе гидрирования бензола по формуле Портера $A=S*V*в_1*в_2/q$, где S-площадь пика,см^2; V-скорость газа - носителя мл/мин., $в_1$-чувствительность регистратора мв/сек.; $в_2$-скорость диаграмной ленты см/мин., q-количественная величина пробы,мг. Калибровочные коэффициенты составили по циклогексану $Кс_6н_6$=0,974, $Кс_6н_{10}$=0,972, По циклогексану $Кс_6н_{12}$=1,057. Чувствительность детектора составила по $Ас_6н_6=3,5*10^{-2}$%; по $Ас_6н_{10}=4,6*10^{-2}$%; по $Ас_6н_{12}=6,8*10^{-2}$%; а по пропану$=2*10^{-2}$%. Найденные значения чувствительности детектора составляют соответственно, по бензолу-$3,5*10^{-2}$%, по циклогексану – $6,8*10^{-2}$%, по циклогексену-$4,6*10^{-2}$%. Техническая характеристика чувствительности прибора относительно пропана-$2*10^{-2}$%. Каталитическую активность исследуемых катализаторов сравнивали в основном по данным хроматографии.

Поскольку никелевые катализаторы исследованы в достаточной степени [9], мы ограничились приведением данных фазового состава, структуры; удельной поверхности сплавов и катализаторов на основе алюмо-никелевых сплавов модифицированных ферросплавами.

Следует отметить, что в литературе недостаточно освещено влияние ферросплавов на физико-химические свойства сплавных алюмо-никелевых катализаторов, В связи с этим нами исследовано влияние ФСК, ФМо, и ФСХ на фазовый состав и структуру алюмо-никелевых сплавов и катализаторов.

Из таблицы 1, видно, что модифицирующие добавки оказывают существенное влияние на качественный и количественный состав и структуру исходных сплавов и катализаторов. Катализаторы состоят из скелетного никеля γ–Al_2O_3, Ni_2Al_3 и ферросплава. Модифицирующие добавки не влияют на параметр кристаллической решетки никеля, но значительно размельчают его кристаллы, а также увеличивают удельную поверхность катализатора до 130,0 м^2/г.

Таблица 1. **Характеристика алюмо-никелевых сплавов и катализаторов с добавками ферросплавов**

Модифицирующие добавки	Сплавы					Катализаторы		
	площадь фаз, %			Φ_x	$\frac{NiAl_3}{Ni_2Al_3}$	Параметр кристалл решетки (а), нм	Размер кристалла (L), нм	Удельная поверхность (S) $м^2/г$
	$NiAl_3$	Ni_2Al_3	Al+$NiAl_3$эвтектика					
Ni – Al = 50 – 50								
-	50	40	10	-	1,25	0,353	5,4	1,5
Ni – 50% Al – ФСК								
3-10,0	50	39	7	3	1,28	0,353	4,7	110
Ni – 50% Al – ФМо								
3-10,0	48	44	12	6	1,33	0,353	4,6	130
Ni – 50% Al – ФСХ								
3-10,0	44	39	11	8	1,33	0,353	3,2	122,4

Таким образом, введение в алюмо-никелевый сплав добавок ферросплавов существенно влияет на фазовый состав, структуру и удельную поверхность скелетных никелевых катализаторов. Результаты рентгенографического и рентгеноспектрального исследования показали, что модифицирующие металлы в катализаторах находятся не в свободном, а в растворенном состоянии. Дисперсность катализаторов влияет на активность и селективность катализаторов и основной причиной изменения активности является диспергирование зерен катализаторов и возрастание фактора эффективности, имитирующего химическое промотирование.

Исследован гранулометрический состав скелетных никелевых катализаторов с добавками ФСХ, ФСК и ФМо ферросплавов. Данные микроскопического и электронно-микроскопического исследования гранулометрического состава скелетных никелевых катализаторов приведены в таблице 2.

Во всех катализаторах преобладают частицы с R = 0-2 мкм, концентрация которых достигает 75-89%. В таблице 2 показано что, с ростом количества добавок в сплавах от 3 до 9% масс.концентрация частиц с R = 0-2 мкм в катализаторах по различному уменьшается в пределах 89-75% в зависимости от природы легирующих металлов. Кроме того, модифицирующие добавки увеличивают также концентрацию частиц с R = 2-4 мкм. Результаты оптической микроскопии показывают, что практически все исследуемые скелетные никелевые катализаторы обогащены на 90-99% частицами с $R_{макс}$ = 1-5 мкм.

Таблица 2. **Результаты микроскопического и электронно-микроскопического исследования скелетных никелевых катализаторов.**

Катализатор	Распределение частиц % по размерам R, мкм					
	0-2	2-4	4-6	6-8	> 8	T_3
Ni (50%Al)	77	8	6	2	7	0,12
Ni-3-10% ФСК	78	8	8	4	2	0,45
Ni-3-10% ФМо	85	6	5	2	1	0,35
Ni-3-10% ФСХ	83	6	6	3	1	0,36

Результаты исследования гранулометрического состава с помощью оптической микроскопии и электронного микроскопа подтверждают обогащенность скелетных никелевых катализаторов частицами с $R_{макс}$ = 1 мкм. Модифицирующие металлы увеличивают долю частиц размером 0-6 мкм.

Нами изучена [2] пористая структура скелетных никелевых катализаторов с добавками ферросплавов. Изотермы сорбции аргона показывают, что формы гестерезисных петлей для большинства модифицированных никелевых катализаторов характеризуются параллельным расположением адсорбционных и десорбционных ветвей в средней области относительных давлений и по классификации де Бура относятся к А–типу, что свидетельствует о преобладании цилиндрических пор[3].

В таблице 3 приведены параметры пористой структуры скелетных никелевых (50%Al) катализаторов с добавками ферросплавов. Видно, что модифицирующие ферросплавы в основном увеличивают $S_{БЭТ}$, $S_{КУМ}$ соответственно до 110-130,5 и 85-98 $м^2/г$; объем пор - в 1,1-1,4 раза; эффективный радиус пор $R_{ЭФФ}$ - в 1,06-1,5 раза. Одновременное увеличение удельной поверхности и объема пор с относительно высокими эффективными радиусами происходит по-видимому за счет диспергирования никелевой фазы катализаторов модифицирующими металлами.

Результаты исследования кинетики десорбции H_2 из скелетных никелевых катализаторов с добавками ферросплавов.приведены в таблице 4. Видно, что десорбция водорода начинается с 0^0С и происходит непрерывно до 600^0С и выше, но с неодинаковой скоростью; максимальной в областях 100-140^{0}С и 150-200^{0}С. Модифицирующие металлы практически не влияют на характер термодесорбционной кривой для скелетного никеля (50%Al), но по-разному изменяют величину пиков, сдвигая их положение преимущественно в низкотемпературную область [4].

Таблица 3. **Параметры пористой структуры скелетных алюмо- никелевых катализаторов с добавками ферросплавов.**

Катализатор	$S_{БЭТ}$, $м^2/г$	$S_{КУМ}$, $м^2/г$	$\frac{S_{БЭТ} - S_{КУМ}}{S_{БЭТ}} 100\%$	Vпор, $см^3/г$	Rэфф, Å	Тип изотер-мы
Ni (50% Al)	105	75	28,5	0,105	30	А
Ni - 3-10% ФСК	110	85	22,7	0,120	34	А
Ni - 3-10% ФМо	130,5	98	24,9	0,138	36	А
Ni - 3-10% ФСХ	123,7	92	23,9	0,148	36	А

На термодесорбционных кривых явно выражены две формы водорода, десорбция которых осуществляется в области 0-210^{0}С и 210-600^{0}С. Первая форма десорбируется по уравнению первого, а вторая форма - второго порядка.

Таблица 4. **Термодесорбция H_2 из скелетных алюмо-никелевых катализаторов с добавками ферросплавов.**

Катализатор	Объем десорбированного H_2 из 1 г катализатора (до 600^0С) $см^3/г$	Области выделения					
		I – (0-210^{0}С)			II – (210-600^{0}С)		
		К-во H_2, $см^3/г$	$T_{макс}$, ^{0}С	$E_{дес}$ в пике, кДж/моль	К-во H_2, $см^3/г$	$T_{макс}$, ^{0}С	$E_{дес}$ в пике, кДж/моль
		H_2 | Me			Me \ / H		
Ni(50% Al)	43,0	20,8	140	34,3	21,0	250	67,9
Ni-3%ФСК	45,5	23,7	145	35,5	21,8	254	68,3
Ni-5% ФСК	44,4	24,9	130	30,8	19,5	240	65,0
Ni-3%ФСХ	48,8	27,3	130	30,0	21,5	235	64,0
Ni-5% ФСХ	51,5	29,6	125	29,0	21,9	225	63,0
Ni-3% ФМо	53,5	33,7	115	27,6	19,8	200	56,0
Ni-5% ФМо	53,0	35,8	120	28,5	19,2	180	53,7

Наибольшую емкость по водороду проявляют скелетные ФSiCr катализаторы, общий объем десорбированного водорода до 600^0С достигает 51,0-55,0 $см^3/г$. Сорбционная способность исследуемых алюмо-никелевых катализаторов происходит через максимумы, соответствующие 5,0% содержанию модифицирующих добавок. Следует отметить, что легирующие металлы преимущественно уменьшают концентрации относительно прочноадсорбированные формы H_2, увеличивая первую слабоадсорбированную. Добавки металлов в 1,1-1,5 раза увеличивает первую форму адсорбированного водорода.

Кроме того, первая и вторая формы адсорбируемого H_2десорбируются при относительно низких температурах (I-форма - 100-140^{0}С, II-форма - 150-240^{0}С) и с меньшей величиной $E_{дес}$ (I-форма - 24-30 кДж/моль, II-форма - 50,5-65,0 кДж/моль) количество слабоадсорбированных форм

водорода в промотированных катализаторах достигает 50-60% от общего количества десорбированного H_2. Наибольшую сорбционную способность как по отношению ко всем формам H_2 проявляют скелетные Ni-ФSiCr катализаторы. Остальные катализаторы по понижению сорбционной способности по H_2 располагаются в ряд: Ni- ФМо>Ni- ФСХ >Ni- ФСК >Ni(50%Al).

Итак, количество иформа десорбированного водорода связаны с изменением поверхностной структуры контакта: соотношением интерметаллидовникеля ($NiA1_3/Ni_2A1_3$), наличием поверхностных оксидов, что отражается на энергии связи Ме — Н.

Нами предварительно были определены структура и адсорбционные свойства полученных сплавов и катализаторов. Вдальнейшем данные катализаторы были испытаны в процессе непрерывного гидрирования бензола в проточной установке колонного типа .При проведении экспериментов сплавы активировались 10% раствором гидроксида натрия. При первом выщелачивании удалялось 30% алюминия, насыщение катализатора проводилось в токе водорода в течение 18 ч при температуре процесса 160^0С и давлении 0,5 МПа.Скорость подачи бензола варьировалась от 60 до 120мл/ч. Повышение давления водорода от 5 до 8 МПа позволило выявить, что с ростом давления водорода до 6 МПа степень конверсии бензола возрастает, а дальнейшее увеличение давления не влияет на активность катализатора.

Из таблицы 5 видно, что стационарные ферросплавные катализаторы проявляют абсолютную активность по циклогексану и их активность выше, чем у промышленного никель-титанового катализатора. Величины контактных нагрузок, вышелоченных на 30% по алюминию Ni-ФМо катализаторов при 120°С и 10 МПа достигают соответственно 0,70 $ч^{-1}$, что в 2,3 раза выше, чем у промышленного никель-титанового контактов. Результаты испытаний показали, что Cu-Al-ФМо катализатор по производительности в 1,9 раза, а по стабильности в 2,0 раза превышает промышленный никель-титановый контакт.

Таблица 5. **Результаты непрерывного гидрирования бензола в проточной установке колонного типа**

Катализатор	T°C	Состав катализатора		W $ч^{-1}$	Относит.продол ж. Процесса
		Циклогексан	Бензол		
Ni –Al	90-100	78-85	15-22	0,12-0,21	
	110-120	81-92	8-19	0,26-0,28	210
	130-140	87-98	-13	0,31-0,35	
Ni -Al-ФСК	110-120	94-98	2-6	0,50-0,64	254
	90-100	94-97	3-6	0,42-0,63	
	110-120	96-99,8	0-4	0,53-0,70	410
	130-140	98-99,8	0-2	0,69-0,87	
Ni -Al-ФСХ	90-100	96-99	1-4	0,47-0,72	
Ni-Al-ФМо	90-100	96-98	4-2	0.48-0.7	420
	110-120	99-99,8	1-0.1	0.65-0.82	
	130-140	99,5-99,8	0.5-0.1	0.94-1.2	
Ni-Tiпром	90-100	84-96	10-16	0,40-0,44	
	40-120	84-95	5-16	0,47-0,50	202
	130-140	98-99,8	0-10	0,50-0,60	

Таким образом, нами впервые синтезированы серии новых образцов модифицированных сплавных алюмо-никелевых катализаторов, для процессов гидрирования ароматических углеводородов. Исследованы их химический, фазовый и гранулометрический составы, пористая структура, адсорбционная, десорбционные способности по водороду, а также процессы гидрирования бензола и толуола в их присутствии. Изучено промотирующее действия ферросплавов (ФМо, ФСК, ФСХ), на физико-химические и адсорбционные свойства сплавных алюмо-никелевых катализаторов, а также на каталитические свойства их в реакции жидкофазного гидрирования бензола, толуола. Предложены принципы подбора катализаторов и модифицирующих добавок. Выявлено, что модифицирующие добавки диспергируют кристаллы скелетного никеля, увеличивают удельную поверхность, долю микропор, объем пор и эффективный их радиус, а также сорбционную способность алюмо-никелевых катализаторов относительно слабоадсорбированных на их поверхности форм водорода, что способствует повышению каталитической активности

модифицированных указаннымиферросплавми скелетных катализаторов. Осуществлено системное исследование активности стационарных катализаторов с добавками ферросплавов в реакции непрерывного каталитического гидрирования бензола при широком варьировании параметров технологическогопроцесса. При этом разработаны высокоактивные, стабильные и селективные по циклогексану новые стационарные катализаторы производственного назначения работающие при температуре до 140°С и давлении 8 МПа. Катализатор Ni-Al-ФМо рекомендован для внедрения в производство получения циклогексана из бензола[3].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Molina R., Poncelet G. Hydrogenation of benzene over alumina-supported nickel catalysts prepared from Ni(II) acetylacetonate. // J. Catal. 2001. V. 199. №2 P. 162-170.

[2] Виллер и др. Всемирная топливная хартия// Нефтепереработка и нефтехимия. 1999. №6. С. 50-55

[3] Sheldon G. Shore, Errun Ding, Colin Park, Mark A. Keane. Vapor phase hydrogénation of phenol over silica supported Pd and Pd-Yb catalysts. // Catalysis Communication 3, 2002. P.77-84.

[4] Armaroli T., Bevilacqua M., Trombetta M., Alejandre A.G., Ramirez J., Busca G. An FT-IR study of the adsorption of aromatic hydrocarbons and of 2,6-lutidine on H-FER and H-ZSM-5 zeolites. // Appl. Catal. A Gen. 2001. V. 220. P. 181-190.

[5] Zhu Y., Lee C.N., Kemp R.A., Hosmane N.S., Maguire J.A. Latest developments in the catalytic application of nanoscaled neutral group 8-10 Metals. // Chem. Asian J. 2008. V. 3. № 4. P. 650-662.

[6] Turabshanov S., Kedelbaev B., Tashkaraev R. Hydrogenation of Benzene on Nickel Catalysts Promoted by Ferroalloys. Theoretical Foundations of Chemical Enqineerinq, 2013., Yol.47 , №5, P. 633-634.

[7] Конуспаев С.Р., ШаймарданМ., Нурбаева Д.Р., АуезовА.Б.,Воронин И. Родиевые катализаторы гидрирования бензола и его гомологовв различных растворителях, Нефтехимия, том 50, №1, 2010,с.48-51.

[8] Hou Y., Kondoh H., OhtaT., Gao S. Size-controlled synthesis of nickel nanoparticles. // Appl. Surf. Sci. 2005. V. 241. № 1-2. P. 218-222.

[9] Бутов, Г. М., Гидрирование бензола на рутениевых катализаторах, нанесенных на оксиды алюминия и редкоземельных элементов. Нефтепереработка и нефтехимия, 2005,№ 11 .- С. 14-16.

[10] Kameoka S., Kimura T., Tsai A.P. A Novel Process for Preparation of Unsupported Mesoporous Intermetallic Ni-Zn and Pd-Zn Catalysts. // Catal. Lett. 2009. V. 131. № 1-2. P. 219224.

[11] Marcin Pisarek, Mariusz Lukaszewski, Piotr Winiarek, Piotr Kedzierzawski, Maria Janik-Czachor. Influence of Cr addition to Raney Ni catalyst on hydrogénation of isophorone. // Catalysis Communications 10, 2008. P.213-216.

[12] Mashkovsky I.S., Baeva G.N., Stakheev A.Y., Voskoboynikov T.V., Barger P.T. Pd/Al203 catalyst for selective hydrogenation of benzene in benzene-toluene mixture. // Mendeleev Commun. 2009. V. 19. № 2. P. 108-109.

[13].Навалихина М.Д., Крылов О.В. Разработка и использование в промышленности новых катализаторов гидрирования. // Кинетика и катализ. 2001. Т. 42. № 1. С. 86-98.

[14] Wang S., Lin W., Zhu Y., Xie Y., Chen J. Preparation and catalytic performance of monolayer-dispersed Pd/Ni bimetallic catalysts for hydrogenation. // Front. Chem. China. 2008. V. 3. № 2. P. 161-165.

[15] Loviat F., Czekaj I., Wambach J., Wokaun A. Nickel deposition on y-Al2Oз model catalysts: An experimental and theoretical investigation. // Surf. Sci. 2009.V. 603. № 14. P. 2210-2217.

[16] Kedelbaev B., Turtabayev S,Shalabaeva G., Sarbaeva K. Synthesis and Research of the Nickel Catalysts of Liquid-Phase Hydrogenation of Benzene, Contemporary Engineering Sciences, Vol. 8, 2015, no. 3, 127 – 135.

[17] Turabshanov S., Kedelbaev B., Tashkaraev R. Hydrogenation of Benzene on Nickel Catalysts Promoted by Ferroalloys. Theoretical Foundations of Chemical Enqineerinq,, Yol.47 , №5, 633-634, 2013.

Кедельбаев Б.Ш., Лаханова К.М., Изтлеуов Г.М., Колесников А.С., Дайрабаева А., Аскербекова А., Досбаева А.

Модифицирленген катализаторлардың қатысында бензолдың үздіксіз сутектену процессін зерттеу

Резюме: Қанықпаған көмірсутектерді гидрогенизациялау процессі арқылы никель катализаторларды алудың технологиясы жасалды. Никель қоспаларының және катализаторлардың фазалық құрылымын, химиялық құрамын және құрылымдық құрамын зерттеу нәтижесінде $NiAl_3$ / Ni_2Al_3 қатынасына әсер ететіндігін көрсетті. Зерттелген легирленген металдар сілтіде ерімейді және катализторда еріген күйде болады. Жоғарыда айтылған барлық өзгерістер модифицирленген никель катализаторлардың бензолды гидрлеу процесіне оңтайлы әсер етеді. Технологиялық процесттің әртүрлі параметрлерінің үздіксіз өзгерісіндегі ферооқорытпа қатысында стационарлы катализаторлардың активтілігі жүйелі зерттелді. Осы зерттеу жұмыстарының нәтижесінде 140 ° С дейінгі температурада және 8 МПа дейінгі қысымда жұмыс істейтін циклогексанға селектитвті болып табылатын, тұрақты, жоғарғы белсенді өндірістік мақсаттағы катализаторлар жасалды.

Кілтік сөздер: катализатор, никель, алюминий, бензол, циклогексан, сутектену, промотирлеу, ферроқоспа.

УДК 004.942:544.4

Zh.N. Seitkulova,G.A. Tulesheva, K.D. Murzassaimova
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
2920857@mail.ru)

COMPUTER SIMULATION OF CHEMICAL REACTION SLOWDOWN OF THE RATE OF ONE ENZYMATIC REACTION BY COMPETITIVE INHIBITOR AT VARIOUS CONCENTRATIONS OF REAGENTS IN PYTHON

Abstract. The article presents a computer simulation of the kinetics of one catalytic reaction for the case of competitive inhibitor at various concentrations of reagents. An example of a competitive inhibitor is sulfanilamide antibacterial drugs. They have a similar structure to paraaminobenzoic acid and are competitive inhibitors in the synthesis of folic acid by bacteria, which is a growth factor for bacteria.

Keywords:enzymes, competitive inhibition, substrate, sulfonamides, rate of enzymatic reactions

Ж.Н. Сейткулова, Г.А. Тулешева, К.Д.Мурзасаимова
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УГНЕТЕНИЯ СКОРОСТИ ОДНОЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ КОНКУРЕНТНЫМ ИНГИБИТОРОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ РЕАГЕНТОВ НА PYTHON

Аннотация. В статье проводится компьютерное моделирование кинетики одной каталитической реакции для случая конкурентного ингибирования при различных концентрациях реагентов. Примером конкурентного ингибитора являются антибактериальные препараты-сульфаниламиды. Они имеют сходное строение с парааминобензойной кислотой и являются конкурентными ингибиторами в синтезе бактериями фолиевой кислоты, которая является фактором роста бактерий[1],[2].

Ключевые слова: ферменты, конкурентное ингибирование, субстрат, сульфаниламиды, скорость ферментативных реакций.

1.1 Теоретические предпосылки

Конкурентным называется ингибирование при котором молекула ингибитора подобна молекуле субстрата. Субстрат и ингибитор конкурируют за место связывание на ферменте. Ферменты (от латинского слова *fermentum*- закваска) или биокатализаторы – вещества биологического происхождения, ускоряющие химические реакции[1],[2].

Организованная последовательность процессов обмена веществ – метаболизм возможна при условии, что каждая клетка обеспечена собственным генетически заданным набором ферментов. В каждой живой клетке множество разнообразных соединений, но реакции между ними не беспорядочны, а образуют строго определенные характерные для данной клетки метаболические пути. Почти все ферменты являются белками. Вещество, на которое действует фермент называется субстратом от латинского слова *substratum*–основа. Катализатором называется вещество, которое участвует в химической реакции и изменяет ее скорость, но не входит в состав конечных продуктов и остается неизменным после завершения химической реакции [1], [2].

Рассмотрим математическую модель фермент-субстратной реакции для случая конкурентного ингибирования, которая имеет следующий вид:

$$\begin{cases} E + S \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftarrows}} ES \xrightarrow{k_2} E + P \\ E + I \underset{k_{-3}}{\overset{k_3}{\rightleftarrows}} EI \end{cases}$$

Образование комплекса EI назовем кинетическим «тупиком», так как из него не образуются продукты. Будем рассматривать стационарный случай, когда субстрат и ингибитор присутствуют в системе в избытке.

Введем обозначения:

$y_1=[E]$ -концентрация фермента,

$y_2=[S]$ -концентрация субстрата,
$y_3=[ES]$ -концентрация фермент- субстратного комплекса,
$y_4=[P]$ -концентрация продукта,
$y_5=[I]$ -концентрация ингибитора,
$y_6=[EI]$ -концентрация фермент-ингибиторного комплекса.
Используя закон действующих масс получим систему ОДУ[4]:

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = -k_1 y_1 y_2 + k_{-1} y_3 + k_2 y_3 - k_3 y_1 y_5 + k_{-3} y_6 \\ \frac{dy_2}{dt} = -k_1 y_1 y_2 + k_{-1} y_3 \\ \frac{dy_3}{dt} = -(k_{-1} + k_2) y_3 + k_1 y_1 y_2 \\ \frac{dy_4}{dt} = k_2 y_3 \\ \frac{dy_5}{dt} = -k_3 y_1 y_5 + k_{-3} y_6 \\ \frac{dy_6}{dt} = -k_{-3} y_6 + k_3 y_1 y_5 \end{cases} \quad (1)$$

Уравнения скоростей для EI и ES будут иметь вид:

$$\frac{dy_3}{dt} = -(k_{-1} + k_2) y_3 + k_1 y_1 y_2 = 0$$

$$\frac{dy_6}{dt} = -k_{-3} y_6 + k_3 y_1 y_5 = 0$$

Так как в стационарном случае субстрат и ингибитор присутствуют в системе в избытке, то $(y_1)_0 << (y_2)_0$, $(y_1)_0 << (y_5)_0$

Уравнения скоростей в стационарном состоянии будут иметь вид: $\frac{dy_3}{dt} = -(k_{-1} + k_2) y_3 + k_1 y_1 y_2 = 0$

$$\frac{dy_6}{dt} = -k_{-3} y_6 + k_3 y_1 y_5 = 0$$

$$k_1 y_1 y_2 = (k_{-1} + k_2) y_3$$

$\frac{y_1 y_2}{y_3} = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1} = K_S$ - константа Михаэлиса для субстрата S.

$$k_3 y_1 y_5 = k_{-3} y_6$$

$\frac{y_1 y_5}{y_6} = \frac{k_{-3}}{k_3} = K_I$ - константа диссоциации комплекса EI

$y_1 = (y_1)_0 - y_3 - y_6$ из уравнения материального баланса.

$$K_S = \frac{y_2\left((y_1)_0 - y_3 - y_6\right)}{y_3}$$

$$K_I = \frac{y_5\left((y_1)_0 - y_3 - y_6\right)}{y_6}$$

$$K_I = \frac{y_5(y_1)_0 - y_5y_3 - y_5y_6}{y_6}$$

$$y_6 = \frac{y_5\left((y_1)_0 - y_3\right)}{K_I + y_5}$$

Подставляем y_6 в K_S, тогда

$$K_S = \frac{y_2\left((y_1)_0 - y_3 - \frac{y_5\left((y_1)_0 - y_3\right)}{K_I + y_5}\right)}{y_3} = \frac{y_2(y_1)_0 - y_2y_3 - \frac{y_2y_5(y_1)_0 - y_2y_5y_3}{K_I + y_5}}{y_3} =$$

$$= \frac{K_Iy_2(y_1)_0 + y_2(y_1)_0y_5 - K_Iy_2y_3 - y_2y_3y_5 - y_2y_5(y_1)_0 + y_2y_5y_3}{(K_I + y_5)y_3}$$

$$K_IK_Sy_3 + K_Sy_3y_5 = K_Iy_2(y_1)_0 + y_2(y_1)_0y_5 - K_Iy_2y_3 - y_2y_3y_5 - y_2y_5(y_1)_0 + y_2y_5y_3$$

$$K_IK_Sy_3 + K_Sy_3y_5 = K_Iy_2(y_1)_0 - K_Iy_2y_3$$

$$y_3(K_IK_S + K_Sy_5 + K_Iy_2) = K_Iy_2(y_1)_0$$

$$y_3 = \frac{K_Iy_2(y_1)_0}{K_IK_S + K_Sy_5 + K_Iy_2}$$

$$W = \frac{d[P]}{dt} = k_2y_3 = \frac{k_2K_Iy_2(y_1)_0}{K_Iy_2 + K_Sy_5 + K_IK_S}$$

При больших концентрациях y_2 скорость $W_{max} = k_2(y_1)_0$ [4]: $\Rightarrow$

$$W = \frac{W_{max}K_Iy_2}{K_Iy_2 + K_Sy_5 + K_IK_S}$$

$$\frac{1}{W} = \frac{K_Iy_2 + K_Sy_5 + K_IK_S}{W_{max}K_Iy_2}$$

$$\frac{1}{W} = \frac{1}{W_{max}} + \frac{K_Sy_5}{W_{max}K_Iy_2} + \frac{K_IK_S}{W_{max}K_Iy_2}$$

$$\frac{1}{W} = \frac{1}{W_{max}} + \frac{K_S}{W_{max}y_2}\left(\frac{y_5}{K_I} + 1\right)$$

$$\frac{1}{W} = \frac{1}{W_{max}} + \left(1 + \frac{y_5}{K_I}\right)\frac{K_S}{W_{max}} \cdot \frac{1}{y_2}$$

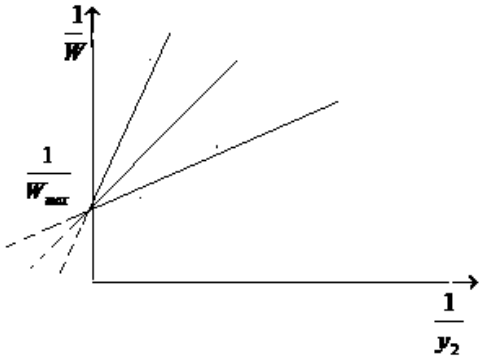


Рис.1. Преобразование Лайнуивера-Берка, где направление стрелки показывает рост ингибитора

Математическое моделирование кинетики фермент-субстратной реакции для случая конкурентного ингибирования показано через семейство прямых. В энзимологии эту модель называют уравнением Лайнуивера-Берка[1].

1.2Исследуем систему (1) рассматривая случаи А, Б, С, когда константы скоростей элементарных стадий $k_i = 1(i = \pm 1, 2, \pm 3)$.

А) Нет ингибитора и общая концентрация субстрата больше общей концентрации фермента в 30 раз. Пусть $y_1=1$, $y_2=30$, $y_3=0$, $y_4=0$, $y_5=0$, $y_6=0$. Построим кинетические кривые для всех участников реакции на Python:

```
importnumpy as np
fromscipy. integrate import odeint
importmatplotlib.pyplot as plt
 # create function
def f(y, t):
  y1, y2, y3, y4, y5, y6 = y
  return [-y1*y2+2*y3-y1*y5+y6, -y1*y2+y3, y1*y2-2*y3, y3, -y1*y5+y6, y1*y5-y6]
t = np.linspace( 0, 10, 30) # vector of time
y0 = [1, 30, 0, 0, 0, 0] # start value
w = odeint(f, y0, t) # solve eq.
y1 = w[:,0]
y2 = w[:,1]
y3 = w[:,2]
y4 = w[:,3]
y5 = w[:,4]
y6 = w[:,5]
fig = plt.figure(facecolor='white')
plt.plot(t, y1, '-o', t, y2, '-o', t, y3, '-o', t, y4, '-o',t, y5, '-o', t, y6, '-o', linewidth=2)
plt.ylabel("z")
plt.xlabel("t")
plt.grid(True)
plt.show() # display
```

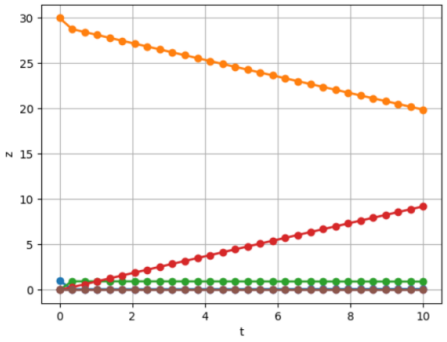


Рис.2. Кинетические кривые для случая А. При t=10 концентрация продукта $y_4 \approx 9$ (z-красная линия).

Б)Концентрация ингибитора равна 10 и общая концентрация субстрата больше общей концентрации фермента в 30 раз. Пусть y_1=1, y_2=30, y_3=0, y_4=0, y_5=10, y_6=0

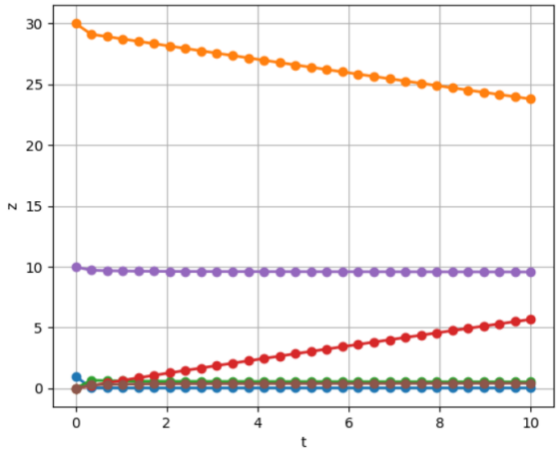


Рис.3. Кинетические кривые для случая Б.При t=10 концентрация продукта $y_4 \approx 5{,}6$ (z-красная линия).

С)Концентрация ингибитора равна 10 и общая концентрация субстрата больше общей концентрации фермента в 100 раз. Пусть y_1=1, y_2=100, y_3=0, y_4=0, y_5=10, y_6=0

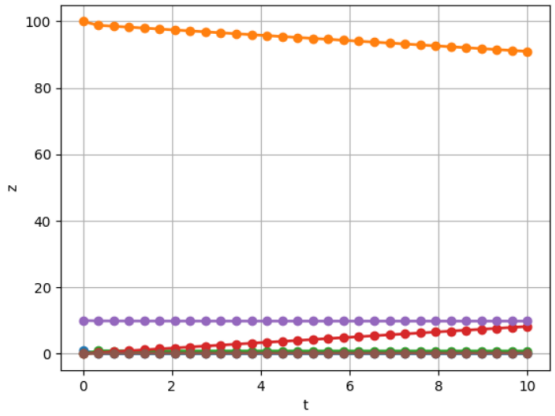


Рис. 4. Кинетические кривые для случая С.При t=10 концентрация продукта $y_4 \approx 8{,}9$ (z-красная линия).

Выводы.

А. При больших концентрациях субстрата нет концентрационной зависимости скорости реакции от концентрации субстрата.

Б. Скорость реакции тем меньше, чем больше концентрация ингибитора.

С. При очень больших концентрациях субстрата, но для разных значений концентрации конкурентного ингибитора скорость реакции мало отличается от максимальной скорости.

Компьютерное моделирование кинетики этой фермент-субстратной реакции наглядно демонстрирует изменение скорости реакции при различных концентрациях реагентов. И только еще раз подтверждает математические выводы, сделанные другими авторами[1], [4], [5],[6].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Огурцов А.Н. Кинетика ферментативных реакций. Учебное пособие. Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. -145с.

[2] Биология. Большой энциклопедический словарь. Гл. ред. Гиляров М.С. Москва: Большая Российская энциклопедия, 2001. -864с.

[3]Ризниченко Г.Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии. Москва: Юрайт, 2018. -183с.

[4] Серовайский С.Я. Математическое моделирование. Алматы: Қазақ университеті. 2000. -340с.

[5] Корниш-Боуден Э. Основы ферментативной кинетики. Москва: Мир, 1979. -280с.

[6] Березин И.В., Клесов А.А. Практический курс химической и ферментативной кинетики. Москва: МГУ. 1976. -320с.

Сейткулова Ж.Н., Тулешева Г.А., Мурзасаимова К.Д.

Реагенттердің әртүрлі шоғырлануында бәсекелік ингибиртор арқылы бір ферментативті реакция жылдамдығын тежеуін Python-да компьютерлік модельдеу

Түйіндеме. Мақалада әртүрлі реагенттер шоғырлауында бәсекелестік ингибирлеу жағдайында бір каталитикалық реакция кинетикасының компьютерлік моделі келтірілген. Бәсекелік ингибитор ретінде бактерияға қарсы препараттар сульфаниламидтерді келтіруге болады. Олар пара-аминобензой қышқылына ұқсас құрылымға ие және бактериялардың өсу факторы болып табылатын фолий қышқылын бактериялармен синтездеуде бәсекелік ингибиторлар болып табылады.

Түйінді сөздер: ферменттер, бәсекелестік ингибирлеу, субстрат, сульфаниламидтер, ферментативтік реакцияның жылдамдығы.

UDC 669.333.41

N.K. Dosmukhamedov, E.E. Zholdasbay, K.N. Abzhan, A.D. Kashagan, M.A. Zheldibay
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
. E-mail: nurdos@bk.ru)

THE INFLUENCE OF SLAG COMPOSITION ON THE DISTRIBUTION OF Cu, Pb, As, Au, Ag BETWEEN MATTE AND SLAG DURING SMELTING OF LEAD RAW MATERIALS

Abstract. The article deals with the distribution of metals between matte and slag in the processing of intermediates and recycled materials of lead production.

On the basis of the factory data on the compositions of matte and slag using a large set of array (125 paired samples of matte and slag) determined patterns of distribution of metals between matte and slag. The results of studies of the influence of the basicity coefficient and the composition of slag on the distribution coefficient of metals between matte and slag in the process of mine contractile melting of semi-products and circulating materials of lead production are presented. The main emphasis is on the determination of the distribution coefficient Cu, Pb, As, Au, Ag between matte and slag. It is found that to predict the distribution coefficients of the studied elements it is better to use models for predicting the distribution coefficients of metals from the slag composition than to use the slag basicity coefficient.

Based on the results obtained, the ways of improving the current technology by adjusting the composition of the slag, providing the minimum values of the distribution coefficient Cu, Pb, As, Au, Ag at the optimal composition of the slag are shown.

It was found that the melting of the charge of the new composition is necessary to maintain the content of SiO_2 in the slag 20% (wt.) and the level of FeO / SiO_2=0.9÷1.2 by increasing the content of calcium oxide in the slag to 15% (wt.).

Key words: metals, matte, slag, semi-products, recycling materials, the distribution coefficient, the loss of metals from the slag.

Introduction

The current technology of joint processing of lead intermediates and circulating materials of lead production in the conditions of LLP "Kazzinc" does not ensure the achievement of high extraction of copper and lead [1,2]. Insufficient control of the elemental composition of the resulting products of mine contractile melting does not allow to develop effective measures to improve the technology. The question of reducing losses of copper and lead with lead slag remains open. Although the issues of copper loss with slag are widely covered in the literature, data on the solubility of lead and related elements in slag are rare [3-5].

Especially acute is the question of studying the distribution of non-ferrous and related metals between matte and slag, the results of which are of great importance for optimizing the process parameters. The level of development of modern science is such that it does not allow even approximately theoretically to cover these issues regarding the process of melting of semi-products and circulating materials of lead production, and here almost entirely it is necessary to focus on the data of factory practice. This way is quite productive and creates the possibility of building quantitative models that predict the content of valuable metals in the slag. In metallurgy, the solution of such problems is associated with certain difficulties: the relationship of most of the factors (indicators) that determine the output parameters of the technology is described not by functional, but by probabilistic dependence. This necessitates a deep analysis of the technology, requires the inclusion of additions to the methods of comparison and elimination of the analyzed factors and the establishment of an average quantitative dependence [6].

Modeling is widely used in the production of copper: autogenous processes, conversion of copper matte, etc. [7-10]. A number of models predicting the equilibrium yield of smelting products is used for melting various types of

lead raw materials [11,12].

The application of modeling to the technology of mine contractile melting of semi-products and circulating materials is of great practical interest. This would allow to solve a complex problem, including the economic component (increasing the extraction of metals), technological (ensuring the optimization of the process) and environmental (reducing the content of impurities in the smelting products). The current state of the process, characterized by insufficient data for a complete analysis and construction of a mathematical model, requires a preliminary solution of a number of successive specific problems.

The purpose of research is to determine the effect of slag composition on the distribution coefficient Cu, Pb, As, Au, Ag between matte and slag.

Research methods

The paper uses the results of industrial experiments of processing copper, lead containing intermediates and circulating materials of lead production in the conditions of LLP "Kazzinc". The practice of long-term operation of the technology of mine contractile melting of semi-products and circulating materials of lead production shows that the content of the main components of slag varies in the following range,%: 18 - 26 SiO_2; 25-30 FeO; 5-12 ZnO; 15-21 CaO and 4-6 Al_2O_3. The copper content in matte varies from 23 to 45% [1].

For statistical analysis were taken from the results of factory tests of interchangeable samples of compositions of the matte and slag produced during the following daily performance of the mine furnace:

1. 110 tons of copper-lead matte with a copper content of 36,21%, which is sent for further processing by conversion.
2. 125,5 tons of slag with a copper content of 0,5%, lead – 1,02% and zinc ~12,23%.
3. The temperature in the furnace above the slag melt was maintained at the level of 1573 K.

The selected parameters ensured stable operation of the furnace.

Quantitative determination of metals and minor elements containing less than 0,1% in smelting products was performed using the Optima 2000 DV spectrometer (Pekin Elmer Inc.)., USA); x-ray diffractometer D8 ADVANCE x-ray fluorescence spectrometer with wave dispersion Venus 200 PANalyical B. V. (PANalytycal B. V., the Netherlands). Such an integrated approach to the determination of the elemental composition of the samples provided high accuracy and reliability of the results.

The analyzed statistical set of processed paired samples of matte and slag contained 125 values per component, which made it possible to conduct a reliable assessment of the distribution of elements between matte and slag and to identify significant dependences of their distribution coefficients on the composition and basicity of slag.

A sample of the compositions of industrial matte and slag from the total array taken for statistical processing is given in the table.

Discussion of results

Theoretical approach. When melting semi-products and circulating materials in the mine furnace, the associated elements behave differently and have a significant impact on the redistribution of the base metals. The distribution of metals between matte and slag is determined by the affinity to sulfur (in matte) or to oxygen (in slag). The distribution of non-ferrous and related metals is influenced by a number of other factors: viscosity, solubility of metals in slag, melting point of slag, partial pressure of oxygen. The greatest effect on the distribution of metals between slag and matte is the composition of slag and its basicity [13,14].

The lead slag formed at mine contractile melting of semi-products and circulating materials is characterized by complex chemical composition. In addition to SiO_2 and FeO (up to 80%), the slag contains CaO, MgO and Al_2O_3, which have a significant impact on the physical and chemical properties of slag, for example, viscosity. Thus, in [15] it was found that the dynamic viscosity of the slag system SiO_2 – FeO – CaO – MgO – Al_2O_3 at a given temperature increases with an increase in the content of SiO_2 and Al_2O_3 and decreases with an increase in the content of CaO, FeO. In turn, the viscosity of slag is known to be the most important parameter that determines the completeness of the separation of slag from matte, the loss of non-ferrous metals with slag and the stability of the technological regime of the furnace [5]. At the same time, the equilibrium distribution of metals between matte and slag and their final solubility in slag is determined by the oxidizing ability of slag.

Table 1 – Chemical composition of matte and slag obtained in the processing of semi-products and circulating materials of lead production in the mine furnace

№№ пп	Matte composition, % by mass.							Slag composition, % by mass.										
	Cu	Pb	Zn	Fe	As	[Au]*	[Ag]*	Cu	Pb	As	(Au)*	(Ag)*	ZnO	SiO_2	FeO	CaO	Al_2O_3	MgO
1	38,6	26,33	4,2	7,63	4,38	16,3	1375	0,5	1,08	0,19	0,073	4,2	11,54	24,2	26,9	20,7	5,0	2,55
2	32,55	29,34	4,24	8,94	4,77	14,47	1530	0,47	1,24	0,17	0,068	4,9	11,72	26,49	27,53	19,7	4,84	2,07
3	40,25	24,36	4,73	9,49	4,39	16,9	1203	0,52	0,89	0,16	0,075	3,6	10,7	25,67	25,64	21,47	5,48	2,49
4	36,19	26,16	4,33	8,29	4,19	15,3	1463	0,49	1,18	0,23	0,053	6,0	11,64	25,31	26,65	18,69	5,86	2,18
5	38,54	28,74	3,24	5,96	4,98	16,37	1548	0,52	1,45	0,21	0,05	4,6	10,42	24,69	27,95	19,85	6,2	2,3
6	40,41	29,66	2,96	5,62	5,94	16,8	1570	0,53	1,38	0,23	0,074	5,2	11,52	25,78	27,2	18,08	5,83	2,27
7	42,97	26,42	4,13	8,88	3,91	17,07	1430	0,54	1,26	0,1	0,076	4,4	17,3	21,83	28,86	18,91	4,24	2,0
8	29,95	25,11	4,76	12,93	3,29	13,43	1330	0,44	1,3	0,14	0,053	4,8	9,94	25,15	31,53	15,0	4,87	2,37
9	39,51	25,47	5,25	13,17	2,88	15,6	1373	0,53	1,23	0,12	0,07	4,3	8,54	25,51	28,9	21,02	5,73	1,98
10	34,3	23,29	6,07	12,43	3,06	14,7	1200	0,45	0,84	0,13	0,067	4,1	7,08	26,74	27,56	19,92	6,02	2,34
11	36,93	24,09	4,95	9,96	3,22	15,8	1245	0,51	0,98	0,11	0,073	4,1	5,73	23,85	29,55	16,87	3,97	1,65
12	35,8	28,76	4,24	7,87	4,02	18,0	1513	0,52	1,35	0,16	0,072	5,9	6,41	25,6	29,2	16,61	4,13	2,03
13	33,55	25,9	4,12	9,05	3,94	16,1	1287	0,46	1,12	0,15	0,068	3,7	8,32	27,08	27,8	18,54	4,92	2,4
14	23,8	19,42	6,75	13,71	3,02	12,2	997	0,34	0,7	0,15	0,053	3,2	9,1	27,77	26,91	17,48	5,13	2,6
15	24,19	19,76	6,84	12,8	2,8	12,7	1037	0,35	0,67	0,12	0,054	3,7	10,61	26,19	27,21	19,17	4,62	1,97
16	32,59	26,36	5,07	10,78	3,35	14,7	1330	0,45	0,99	0,12	0,06	3,7	10,44	24,57	30,0	17,83	3,87	2,01
17	36,3	23,18	5,13	11,58	2,8	15,3	1123	0,48	0,84	0,11	0,055	3,2	9,97	26,53	29,1	18,22	4,02	2,35
18	34,55	22,74	5,23	12,24	2,83	13,6	1163	0,47	0,81	0,13	0,07	3,6	10,76	26,0	29,9	17,51	4,35	2,5

* content, g/t.

The basicity coefficient (J_{main}) was used to estimate the influence of slag oxidizing ability on the distribution of metals between matte and slag, which was determined based on the expression [14]:

$$\mathbf{J_{main}} = (\%FeO + \%CaO + \%MgO) / (\%SiO_2 + \%Al_2O_3) \quad (1)$$

The distribution coefficient of copper, lead and other elements between matte and slag was determined from the expression:

$$L_{Me} = [Me] / (Me), \quad (2)$$

where:
[Me] - metal content in matte, % by weight.;
(Me) - metal content in slag, % by weight.

Experimental results. On the basis of experimentally obtained data on the compositions of matte and slag collected in a sufficiently large set for statistical analysis, the coefficients of distribution of Cu, Pb, As, Au and Ag between matte and slag are calculated. The choice of accompanying elements is due to the fact that almost all semi-products and circulating materials entering the processing are characterized by a high content of As, Au and Ag, whose behavior during melting depends largely on the distribution of copper and lead between the melting products. Thus, in [2,4] it was found that the increased arsenic content in matte shifts its composition towards metallization due to the formation of intermetallic copper (Cu_3As). As a result, copper is redistributed between matte and slag, which leads to an increase in the proportion of copper losses with slag in metal form (in the form of copper intermetallic compounds).

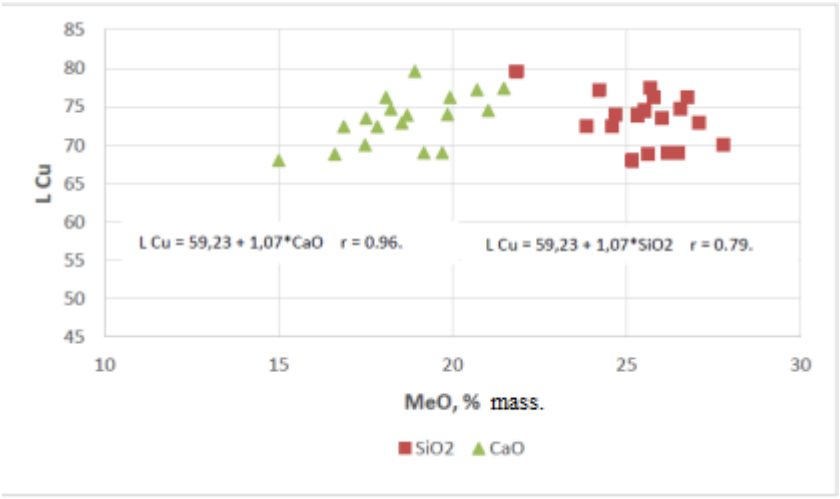
Given the close correlation of arsenic and valuable metals with copper and lead, it can be argued that the composition of slag, as well as the arsenic content of matte, has a strong effect on their distribution between slag and matte.

On the basis of analysis of variance equations are obtained which describe the dependence of the distribution coefficient (L_{Me}) of the coefficient of basicity of the slag (J_{main}):

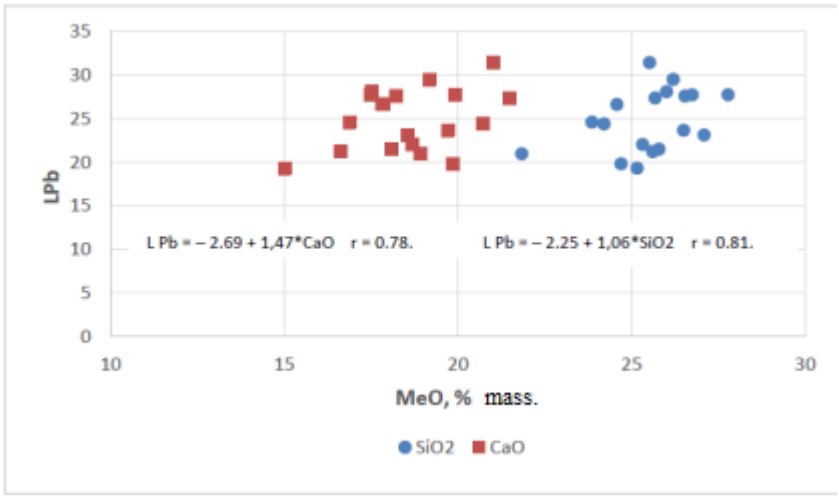
$$L_{Cu} = 56{,}18+8{,}22*J_{main}, \quad r = 0{,}31; \; p = 0{,}201; \quad (3)$$
$$L_{Pb} = 31{,}36-3{,}32*J_{main}, \quad r = 0{,}11; \; p = 0{,}648; \quad (4)$$
$$L_{As} = -10{,}4+18{,}09*J_{main}, \quad r = 0{,}58; \; p = 0{,}017; \quad (5)$$
$$L_{Au} = 165{,}15+25{,}72*J_{main}, \quad r = 0{,}41; \; p = 0{,}088; \quad (6)$$
$$L_{Ag} = 208{,}62+51{,}61*J_{main}, \quad r = 0{,}30; \; p = 0{,}203. \quad (7)$$

The low values of the pair correlation coefficients of equations (3) - (7) indicate a weak relationship between the parameters under consideration. This indicates that the equations obtained to predict the distribution coefficients of the desired elements of the slag composition is not sufficiently accurate and suitable. The most accurate, apparently, will be the equation of pair and multiple correlation, describing the dependence of the distribution coefficient of metals on the composition of slag. Indeed, a number of characteristic pair dependences of the calculated values of the metal distribution coefficients on the slag composition are presented in figure 1-4, show a good relationship between the desired parameters.

The high values of the pair correlation coefficients (r) between the distribution coefficients Cu, Pb, As, Au, Ag and the individual components of the slag obtained as a result of processing the entire total array indicate a strong relationship between the parameters under consideration. The resulting pair correlation equations can be used to predict the distribution of Cu, Pb, As, Au, Ag between matte and slag depending on the content of the main components of slag. A comparative analysis of the equations for copper and lead with the data of [16], where a detailed analysis is carried out and the regularities of the influence of the slag composition on the losses of copper and lead with slag are shown, shows their good consistency.



A)



B)

Figure – 1. The dependence of the distribution coefficient of copper (A) and lead (B) between matte and slag from SiO_2 and CaO content in slag

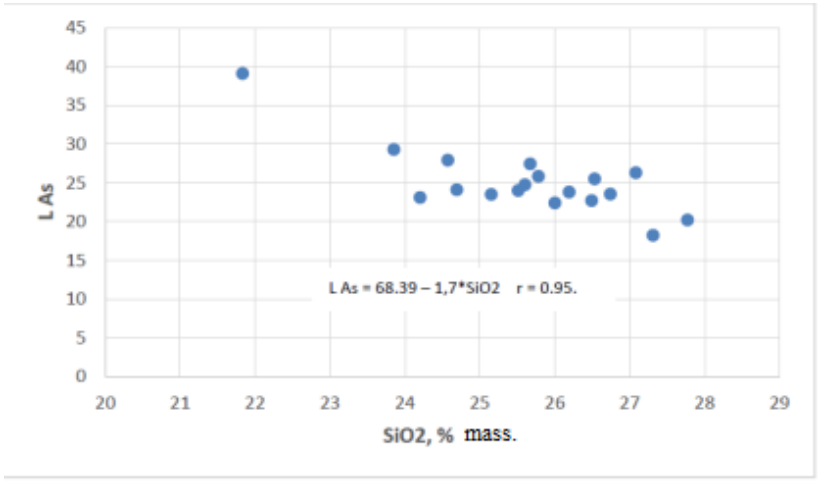


Figure - 2. The dependence of the distribution coefficient of arsenic (L_{As}) between matte and slag from the content of the SiO_2 in the slag

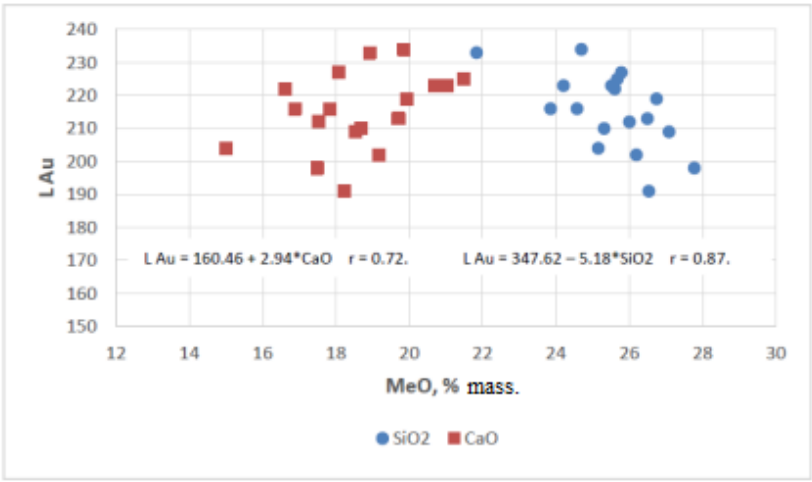


Figure – 3. Dependence of the distribution coefficient of gold (L_{Au}) between matte and slag from the content of SiO_2 and CaO in the slag

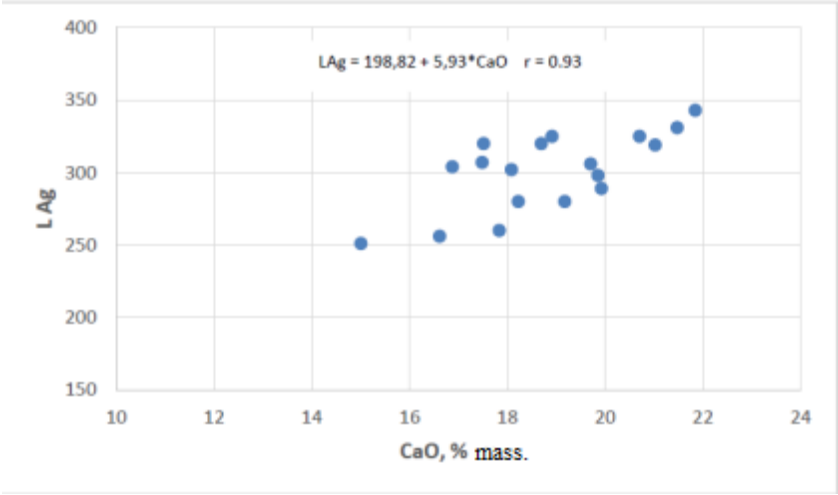


Figure – 4. The dependence of the distribution coefficient of silver (L_{Ag}) between matte and slag from CaO content in slag

Multiple correlation equations predicting the distribution coefficients of metals from the slag composition with high statistical significance ($p<0,05$) have the form:

$$L_{Cu} = 148,4–1,42*FeO–2,26*SiO_2–0,27*ZnO+0,93*CaO+0,48*Al_2O_3+2,1*MgO,$$
$$r = 0,9;\ p = 0,04; \quad (8)$$
$$L_{Pb} = –154,78+2,53*FeO+2,28*SiO_2–0,06*ZnO+3,44*CaO–1,3*Al_2O_3–3,25*MgO,$$
$$r = 0,93;\ p = 0,038; \quad (9)$$
$$L_{As} = –7,19+1,11*FeO–0,81*SiO_2+0,69*ZnO+0,81*CaO–2,36*Al_2O_3+4,83*MgO,$$
$$r = 0,82;\ p = 0,043; \quad (10)$$
$$L_{Au} = 345,75–0,2*FeO–7,04*SiO_2–0,93*ZnO+1,65*CaO+6,19*Al_2O_3+1,4*MgO,$$
$$r = 0,81;\ p = 0,028; \quad (11)$$
$$L_{Ag}=–306,95+10,65*FeO–0,04*SiO_2+0,21*ZnO+16,03*CaO–20,16*Al_2O_3+51,74*MgO,$$
$$r = 0,80;\ p = 0,039. \quad (12)$$

The established dependences of the Cu, Pb, As, Au, Ag distribution coefficient between matte and slag on the slag composition indicate the need to form a new composition of the initial charge. When selecting and melting the composition of the initial charge, equations (8) – (12) can be successfully applied to clarify the optimal composition of the slag, which provides the minimum values of the metal distribution coefficients between the matte and the slag. As shown by the calculated data on the distribution of Cu, Pb,

As, Au and Ag between matte and slag from the slag composition obtained by equations (8) – (12), their minimum loss with slag is achieved under optimal slag composition corresponding to, % mass.: 18-20 SiO_2; $FeO / SiO_2 = 0,9÷1,2$; 10÷15 CaO. The optimization of the composition of the slag is necessary to conduct not so much by increasing consumption calcium flux, and by substituting the iron oxide on calcium oxide. This can be achieved, for example, by replacing the copper-zinc ore in the initial charge of the mine contractile smelting with copper-zinc concentrate.

Of course, all the factory data used for the analysis and the results obtained will not directly relate to the melting of the new composition of the initial charge. At the same time, it can be expected that when melting the charge of a new composition, the products obtained by the ratio of the content of metals and slag-forming components, in general, will meet the range of fluctuations in their content in the current raw materials.

Summary:

1.The distribution coefficient Cu, Pb, As, Au and Ag is calculated by the equation Me = [Me]/(Me), which binds the metal content in the slag and matte phases.

2.The influence of slag composition on the distribution coefficient Cu, Pb, As, Au and Ag between slag and matte is established. It is shown that the prediction of the distribution of metals between matte and slag from the slag basicity is unacceptable, due to the weak connection between the parameters under consideration. The method of predicting the distribution of metals from slag composition will be used as a tool to assess the distribution between matte and slag and other valuable metals of great importance for practice.

3.The results will be used as the basis for establishing the optimum conditions of the mine contractile smelting by the composition adjustment of slag, which will provide the equilibrium values of the distribution coefficients of Cu, Pb, As, Au and Ag between a matte and a slag, and, consequently, decrease their losses with the slag.

BIBLIOGRAPHY

[1] Dosmukhamedov N. K., Zholdasbai E. E., Fedorov A. N. The thermodynamics of the system Cu – Me – Fe – S – O: behaviors of Cu, Pb, Zn, Fe, As and Sb in the joint processing of lead semi-products, recycling materials and copper-zinc concentrate // non-ferrous metals. - 2016. - № 8. - P. 45-52.

[2] Dosmukhamedov N.K., Kaplan V.A. Efficient Removal of Arsenic and Antimony During Blast Furnace Smelting of Lead-Containing Materials // JOM. – 2017. – Vol.69. – № 2. – P.381-387.

[3] Kotikov M. I., Fedorov A. N., Wicked C. L., Abiev R. P. the Study of the distribution of copper between slag and lead in a bubble reduction process // non-ferrous metals. 2014. - № 2. – P. 40-44.

[4] Zholdasbay E.E., Dosmukhamedov N.K. Forms of finding copper, lead and related metals in the products of mine contractile smelting / Mining Journal of Kazakhstan. –2019. –№1. - C.30-36

[5] Vanyukov, A.V., Zaitsev, V. Ya., Slags and mattes of nonferrous metallurgy. - M.: "Metallurgy". -1969. - 408 p.

[6] Ho, R. Handbook of Univariate and Multivariate Data Analysis and Interpretation with SPSS, Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.–2006. – 394 p.

[7] Chen L., Bin W., Yang T., Liu W., Bin Sh. Research and industrial application of Oxygen-rich Side-blow bath smelting technology // The Minerals, Metals & Materials Society. –2013. –P.49-55.

[8] Swinbourne D.R. and Kho T.S. Computational Thermodynamics Modeling of Minor Element Distributions during Copper Flash Converting // Metallurgical and materials Transactions B. –2012. –Vol.43. – P.823-829.

[9] Goto S. Equilibrium calculations between matte slag and gaseous phases in copper smelting. London: IMM, 1975. P. 23-34.

[10] Yazawa A. Thermodynamic Evaluation of Extractive Metallurgical Processes // Met.Trans. 1979. 10 B. P.307-321.

[11] Chibwe D.K., Akdogan G., Aldrich C. & Taskinen P. Modelling of mixing, mass transfer and phase distribution in Peirce-Smith converter model // *Can. Metall. Q.*, – 2013. -№ 52. P.176-189.

[12] Junwei Han, Wei Liu, Dawei Wang, Fen Jiao, Wenqing Qin. Selective Sulfidation of Lead Smelter Slag with Sulfur // Metallurgical and Materials Transactions B. – 2015. – Vol.47. – № 1. – P.344-354.

[13] Shi, C., Meyer, C., and Behnood, A. Utilization of copper slag in cement and concrete // Resources, Conservation and Recycling. – 2008. – № 52. – P.1115–1120.

[14] Atlas of slags. Reference edition translation from German.– M.: Metallurgy. -1985. -208 p.

[15] Lukavyi S. L., Fedorov A. N., Khabiev R. P. et al. Study of dynamic viscosity of high-density slag melts / / Nonferrous metals. -2012. - № 2. - P. 32-35.

[16] Zholdasbay E.E., Dosmukhamedov N.K. Influence of slag composition on copper, lead losses in smelting of copper, lead containing raw materials / International Scientific Forum "Science and Innovations - Modern Concepts" (Moscow, February 21, 2019)

Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Абжан К.Н., Кашаган А.Д., Желдибай М.А.

Влияние состава шлака на распределение Cu, Pb, As, Au, Ag **между штейном и шлаком при плавке полупродуктов и оборотных материалов свинцового производства**

Резюме. В статье рассматриваются вопросы распределения металлов между штейном и шлаком при переработке полупродуктов и оборотных материалов свинцового производства.

На основании заводских данных по составам штейнов и шлаков с использованием большого набора массива (125 парных проб штейнов и шлаков) определены закономерности распределения металлов между штейном и шлаком. Представлены результаты исследований влияния коэффициента основности и состава шлака на коэффициент распределения металлов между штейном и шлаком в процессе шахтной сократительной плавки полупродуктов и оборотных материалов свинцового производства. Основной упор сделан на определение коэффициента распределения Cu, Pb, As, Au, Ag между штейном и шлаком. Установлено, что для прогнозирования коэффициентов распределения исследованных элементов лучше использовать модели прогнозирования коэффициентов распределения металлов от состава шлака, чем пользоваться коэффициентом основности шлака.

На основании полученных результатов показаны пути совершенствования действующей технологии путем корректировки состава шлака, обеспечивающего минимальные значения коэффициента распределения Cu, Pb, As, Au, Ag при оптимальном составе шлака.

Установлено, что при плавке шихты нового состава необходимо поддерживать содержание SiO_2 в шлаке 20% (масс.) и уровня FeO/SiO_2=0.9÷1.2 за счет повышения содержания оксида кальция в шлаке до 15% (масс.).

Ключевые слова: металлы, штейн, шлак, полупродукты, оборотные материалы, коэффициент распределения, потери металлов со шлаком.

Досмұхамедов Н.Қ., Жолдасбай Е.Е., Әбжан Қ.Н., Қашаған А.Д., Желдибай М.А.

Қорғасын өндірісінің жартылай өнімдері мен айналмалы материалдарын балқыту кезінде штейн және шлак арасында cu, pb, as, au, ag бөлініп таралуына шлак құрамының әсері

Түйіндеме. Мақалада қорғасын өндірісінің жартылай өнімдері мен айналмалы материалдарын қайта өңдеу кезінде металдардың штейн және шлак арасында бөлініп таралу сұрақтары қарастырылған.

Штейндердің және шлактардың құрамдары бойынша зауыттық мәліметтер негізіндегі көп жиынтықты массивті пайдалана (штейннің және шлактың 125 сынамасы) металдардың штейн және шлак арасында бөлініп таралу заңдылықтары орнатылды. Қорғасын өндірісінің жартылай өнімдері мен айналмалы материалдарын шахталық қысқартып балқыту процесінде балқыту кезінде металдардың штейн және шлак арасында бөлініп таралуына шлак құрамының және негіздік коэффициентінің әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Негізгі тіреу штейн және шлак арасында Cu, Pb, As, Au, Ag бөлініп таралу коэффициенттерін анықтауға түскен. Зерттеліп отырған элементтердің бөлініп таралу коэффициентін болжауда шлактың негіздік коэффициентіне қарағанда шлак құрамынан бөлініп таралу коэффициенті моделін қолданған дұрыс.

Алынған нәтижелер негізінде қолданылып отырған технологияны шлак құрамын түзету арқылы жетілдіру жолы көрсетілген, яғни Cu, Pb, As, Au, Ag минималды бөлініп таралу коэффициентін қамтамасыз ететін оптималды шлак құрамын таңдау.

Жаңа құрамды шихтаны балқыту кезінде шлактағы SiO_2 мөлшерін 20% (масс.) және FeO/SiO_2=0.9÷1.2 деңгейін кальций тотығын 15% (масс.) дейін арттыру арқылы ұстап тұру керектігі анықталды.

Түйін сөздер: металдар, штейн, шлак, жартылай өнімдер, айналмалы материалдар, бөлініп таралу коэффициенті, металдардың шлакпен жоғалымы.

УДК 542.61:661.865

T.N. Khavaza, R.R. Tokpayev, Z.T. Ibraimov, A.A. Atchabarova, M.K. Nauryzbaev
(ASE on REM "Center of Physical Chemical Methods of Research and Analysis" RSE on REM "Al-Farabi Kazakh National University" Almaty, Republic of Kazakhstan, E-mail: k.tamina@mal.ru)

STUDY OF THE PROCESSES OF LEACHING YTTRIUM AND LANTHANUM FROM KAZAKHSTAN PHOSPHOGYPSYM

Abstract. The article shows the promising use of Kazakhstan phosphogypsum as a feed material for the extraction of rare earth metals. The optimal conditions for leaching of yttrium and lanthanum from phosphogypsum with the use of solutions of mineral acids and their mixtures are determined, and the effect of hydrogen peroxide on the process of their solubilization is shown.

Keywords: phosphogypsum, leaching, autoclave decomposition, microwave preparation, rare earth metals, yttrium, lanthanum.

Т.Н. Хаваза, Р.Р. Токпаев, З.Т. Ибраимов, А.А. Атчабарова, М.К. Наурызбаев
(ДГП на ПХВ «Центр физико-химических методов исследования и анализа»
РГП на ПХВ «Казахский национальный университет имени аль-Фараби»,
Алматы, Республика Казахстан, E-mail: k.tamina@mal.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ИТТРИЯ И ЛАНТАНА ИЗ КАЗАХСТАНСКОГО ФОСФОГИПСА

Аннотация. В статье показана перспективность использования казахстанского фосфогипса в качестве исходного сырья для извлечения редкоземельных металлов. Определены оптимальные условия выщелачивания иттрия и лантана из фосфогипса с применением растворов минеральных кислот и их смесей, а также показано влияние пероксида водорода на процесс их вскрытия.

Ключевые слова: фосфогипс, выщелачивание, автоклавное разложение, микроволновая подготовка, редкоземельные металлы, иттрий, лантан.

ВВЕДЕНИЕ

Миллионы тонн отходов фосфорного производства Каратауского химического кластера содержащего редкоземельные металлы (РЗМ), сопоставимы с наличием их в природных месторождениях, могут служить рациональным источником их производства [1-4]. При этом получение РЗМ из техногенных отходов решает экологическую проблему устранения многомиллионных отвалов, наносящих вред окружающей среде, и одновременно способствует получению ценной товарной продукции. При разработке методов получения РЗМ из минерального сырья, наиболее трудоемкой частью их извлечения является стадия выщелачивания, или растворения с переводом ценных компонентов в жидкую фазу [5-8]. В отходах Каратауского месторождения фосфоритов, которые перерабатываются на производство минеральных удобрений и фосфорной кислоты [9, 10], имеются значительные количества РЗМ. Образующиеся отходы – фосфогипс (ФГ) и шлак содержат в своем составе, как правило, от 0,1 до 0,5 % масс. суммы РЗМ [11]. Установлено, что в составе казахстанского фосфогипса содержатся металлы как иттриевой (Y, La, Gd-Lu), так и цериевой (Ce-Eu) групп.

Целью данной работы было исследование процессов вскрытия лантана и иттрия из фосфогипса методом кислотного выщелачивания.

МЕТОДОЛОГИЯ

Для проведения экспериментальных работ был использован фосфогипс из отвалов предприятия «Завод минеральных удобрений» ТОО «Казфосфат». Проведено измельчение пробы на планетарной мономельнице «Pulverisette 6», «Fritsch» (Германия) и дальнейший рассев на вибрационном грохоте «Analizette 3», «Fritsch» (Германия). Целевая фракция фосфогипса для последующих экспериментов 0,056 мм.

Анализ содержания РЗМ в исходном образце проводился методами рентгенофлуоресцентного (рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный комбинированный спектрометр Axios «PANalyical», Нидерланды), рентгенофазового (дифрактометр D8 ADVANCE «Bruker Elemental GmbH», Германия) и химического анализов в АО «Институт металлургии и обогащения» НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева».

Рентгенофазовый анализ проводился при следующих параметрах: Cu- K_{α}, напряжение на трубке 40 кВ, ток 40 мА. Обработка полученных данных дифрактограмм и расчет межплоскостных расстояний проводились с помощью программного обеспечения EVA. Расшифровка проб и поиск фаз проводились по программе Search/match с использованием Базы порошковых дифрактометрических данных PDF-2 (ICDD).

Разложение фосфогипса проводили следующими методами:

1. Автоклавное разложение в микроволновой печи кислотами и/или их смесями: HNO_3, HCI, H_2SO_4, H_2O_2. Навеску фосфогипса массой 0,2-0,4 г и соответствующие кислоты помещали в тефлоновый автоклав (Т:Ж = 1:40), автоклавы герметизировали. Разложение проводили при температуре 180 °С в течение 20 мин, при давлении 60 атм., с частотой микроволнового излучения – 2500 Гц. После разложения содержимое автоклава переносили в колбу объемом 50 мл и доводили до метки дистиллированной водой. Вскрытие проб проводили посредством подбора концентрации кислоты и окислителя на установке «Speedwave4», Berghof, Германия.

2. «Мокрый» метод: к навеске фосфогипса массой 1,0 г приливали 30-40 мл кислоты и/или смеси кислот (HNO_3, HCl, H_2SO_4, H_2O_2), колбу накрывали часовым стеклом, кипятили на лабораторной плитке в течении 1 часа. Раствор отделяли от осадка, фильтрат переносили в мерную колбу.

Для контроля содержания РЗМ, перешедших в раствор после вскрытия фосфогипса, использовали метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таблица 1. **Результаты количественного химического анализа фосфогипса**

Элемент	Y	La	Ce	Nd	F	P	Fe
С, % масс.	0,0063	0,0043	0,0052	0,0040	7,3010	0,7750	0,9752

Как показал элементный анализ, в исследуемом фосфогипсе концентрация железа превышает суммарное содержание РЗМ более чем в 10 раз. Данный факт обуславливает разработку метода по его селективному отделению от РЗМ, так как при переводе его в раствор минеральными кислотами, оно окисляется в устойчивое трехвалентное состояние, и соответственно, конкурирует с катионами РЗМ при их дальнейшей экстракции.

Таблица 2. **Результаты рентгенофлуоресцентного анализа фосфогипса**

Элемент	O	F	Na	Mg	Al	Si	F	S	K	Ca
С, % масс.	42,015	7,905	3,260	0,408	0,605	7,229	1,103	12,009	0,555	20,418
Элемент	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Zn	Sr	Y	Pb	
С, % масс.	0,072	0,026	0,055	0,629	0,009	0,019	0,073	0,008	0,015	

Таблица 3. **Результаты рентгенофазового анализа**

Наименование фазы	Формула соединения	Содержание, % масс.
Бассанит	$CaSO_4 \times 0{,}5H_2O$	73,3
Кварц	SiO_2	16,3
Пирофосфат кальция	$Ca_2P_2O_7$	2,7
Гексафторосиликат натрия	Na_2SiF_6	2,6
Фторапатит	$Ca_5(PO_4)_3F$	2,2
Калий-магний фосфат	$KMgPO_4$	1,6
Кутногорит кальция	$Ca(Mn,Ca)(CO_3)_2$	1,3

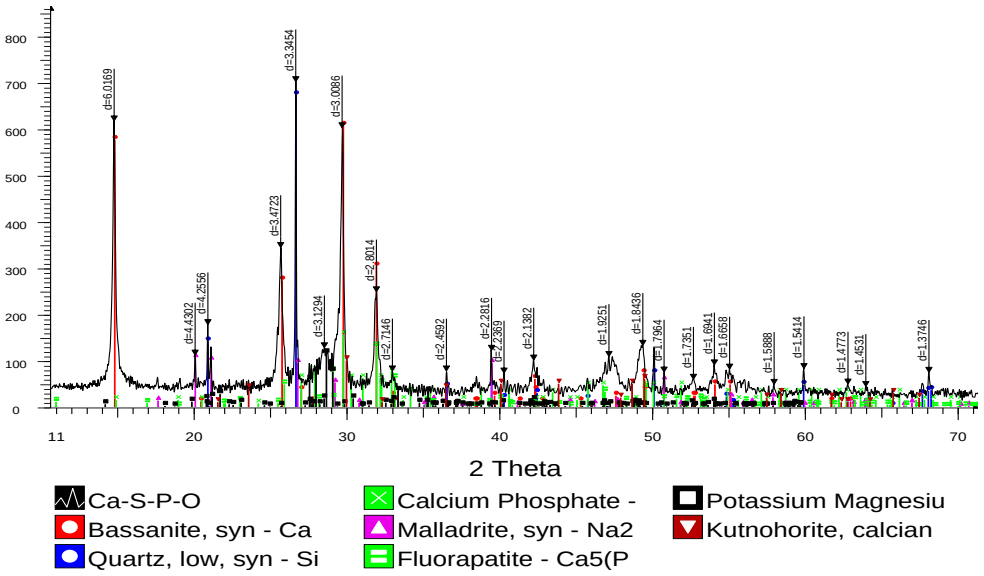


Рис. 1. Дифрактограмма с составом исходного фосфогипса

Автором Зининым Д.С. в [12] показано, что: «лантаноиды в фосфогипсе присутствуют как в виде примесных фаз фторидов и фосфатов, так и в трудно извлекаемой форме, вероятно, в остаточных не гидратированных кристаллах бассанита. Получаемые растворы сильно загрязнены примесными компонентами, которые наряду с РЗМ переходят в раствор из фосфогипса. Жидкая фаза характеризуется достаточно низким содержанием РЗМ, поэтому возникают проблемы с дальнейшей ее переработкой», требующей использования ионообменных смол с последующей селективной экстракцией.

Таблица 4. **Результаты сернокислотного разложения ФГ с микроволновой подготовкой**

Элемент	Ca	Mg	Al	K	Na	Fe	Sr	Ba	Σ РЗМ
C, ppm	25490,2	1127,5	1225,5	3186,3	10294,1	2500,0	455,9	161,8	164,5

Установлено[13], что добавление небольшого объема пероксида водорода к разлагающей смеси способствует более полному переходу РЗМ в раствор. Таким образом, в данной работе была подобрана методика эффективного вскрытия иттрия и лантана, а также показано влияние пероксида водорода на процесс их вскрытия.

Таблица 5. **Результаты вскрытия иттрия и лантана в открытых условиях**

Состав разлагающей смеси	C_Y, ppm	C_{La}, ppm
$HCl:HNO_3$ 3:1	53,9	4,0
$HCl:HNO_3$ 3:1 + H_2O_2	89,9	68,4
HNO_3-56%	75,0	9,4
HNO_3-56% + H_2O_2	113,2	84,9
HNO_3 -15%	77,0	42,3
HNO_3-15% + H_2O_2	116,4	85,8
H_2SO_4 -5%	70,5	33,2
H_2SO_4 -5% + H_2O_2	75,9	22,5
H_2SO_4-10%	74,5	41,6
H_2SO_4 -10% + H_2O_2	100,0	51,1
H_2SO_4 -20%	63,5	16,1
H_2SO_4 -20% + H_2O_2	68,3	31,4

Таблица 6. Результаты вскрытия иттрия и лантана в закрытых условиях

Состав разлагающей смеси	C_Y, ppm	C_{La}, ppm
$HCl:HNO_3$ 3:1	70,5	29,5
$HCl:HNO_3$ 3:1 + H_2O_2	77,5	58,6
HNO_3-56%	85,6	38,6
HNO_3-56% + H_2O_2	99,5	72,5
HNO_3 -15%	96,3	50,6
HNO_3-15% + H_2O_2	105,3	90,4
H_2SO_4 -5%	103,0	71,8
H_2SO_4 -5% + H_2O_2	113,3	100,9
H_2SO_4 -10%	166,4	124,6
H_2SO_4 -10% + H_2O_2	179,0	134,6
H_2SO_4 -20%	138,6	103,2
H_2SO_4 -20% + H_2O_2	173,9	130,1

Как видно из таблицы 6, добавление пероксида водорода повышает эффективность разложения на 19,16% по иттрию, и на 43,08% по лантану. Это связано с повышением концентрации кислорода, который в свою очередь интенсифицирует процесс окисления за счет акцептирующих электронов, донорами которых являются окисляемые металлы [14-15].

Из представленных данных можно сделать вывод, что концентрации металлов, полученных при вскрытии в обычных условиях, могут достигать значений, полученных путем автоклавного разложения с микроволновой подготовкой образцов. Максимальное извлечение иттрия и лантана

достигается при следующих условиях: 15%-HNO_3 + H_2O_2, Т:Ж = 1:40, t = 60 мин, Т = 80-100 °С, концентрации иттрия и лантана составляют – 116,4 и 85,8 ppm соответственно. При автоклавном вскрытии фосфогипса C_Y = 179 ppm, C_{La} = 134,6 ppm, при следующих условиях: 10%-H_2SO_4 + H_2O_2, Т:Ж = 1:40, t = 15мин, Т = 180 °С, Р = 60 атм, ν = 2 500 Гц.

Для дальнейшего селективного выделения РЗМ из маточных азотнокислых растворов применяются катионообменные фосфорорганические экстрагенты. При экстракции РЗМ из сернокислых растворов применимы карбоновые и нафтеновые кислоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Лантан и иттрий извлекаются лучше с применением серной кислоты в автоклавном режиме, при выщелачивании в открытых условиях наиболее применима азотная кислота. В обоих случаях добавление пероксида водорода способствует более полному переходу катионов РЗМ в раствор.

2. Для реализации предложенной в работе методики в промышленных масштабах применение систем с наложением микроволнового излучения экономически не выгодно, поэтому азотнокислое выщелачивание открытым способом является более экономически выгодным. Использование растворов HNO_3 для выделения РЗМ из ФГ эффективно при концентрациях кислоты в диапазоне 10-20 % масс. и соотношении Т:Ж = 1:40, полученные данные коррелируют с результатами работы [16].

ЛИТЕРАТУРА

[1] В.К. Бишимбаев, А.А. Анарбаев, Г.Г. Чукенова. Разработка комплексной технологии переработки фосфогипса на целевые продукты // Вестник национальной академии наук Казахстана. (Технология). – 2010. – №6. – С. 52-56.

[2] Mugdha Walawalkar, Connie K. Nichol, Gisele Azimi. Process investigation of the acid leaching of rare earth elements from phosphogypsum using HCl, HNO_3, and H_2SO_4 // Hydrometallurgy. – 2016. – #166. – P.195-204.

[3] Ines Hammas-Nasri, Karima Horchani-Naifer, Mokhtar Férid, Donatella Barca. Rare earths concentration from phosphogypsum waste by two-step leaching method // International Journal of Mineral Processing. – 2016. – #149. – P.78–83.

[4] L.U. Youcai, Zhang Zhifeng, L.I. Yanling, Liao Wuping. Extraction and recovery of cerium (IV) and thorium (IV) from sulphate medium by an α-aminophosphonate extractant // Journal of Rare Earths. – 2017. – Vol. 35. – # 1. – P. 34.

[5] Abreu R.D., Morais C.A. Purification of REE from Monazite sulphuric acid leach liquor and the production of high-purity ceric oxide // Minerals Engineering. – 2010 – Vol.23. – # 6. – P. 536-540.

[6] Corbett M.K., Eksteen J.J., Niu X.Z., Croue J.P., Watkin E.L.J. Interactions of phosphate solubilizing microorganisms with natural rare-earth phosphate minerals: a study utilizing Western Australian monazite // Bioprocess and Biosystems Engineering. – 2017. – Vol 40. – # 6. – P. 929-942.

[7] Ahmed S.H., Helaly O.S., Abd El-Ghany M.S. Evaluation of rare earth double sulphate precipitation from Monazite leach solutions // International Journal of Inorganic and Bioinorganic Chemistry. – 2015. – Vol.5. – # 1. – P. 1-8

[8] Moldoveanu G.A., Papangelakis V.G. Leaching of lanthanides from various weathered elution deposited ores // Canadian Metallurgical Quarterly. – 2013. – V.52. – # 3. – P. 257-264.

[9] Ismail Z.H., Abu Elgoud E.M., Hai Abdel F., Ali Ibraheem O., Gasser M.S., Fly H.F. Leaching of some lanthanides from phosphogypsum fertilizers by mineral acids // Arab Journal of Nuclear Science and Applications. – 2015. – V.48. – # 2. – P. 37-50.

[10] А. Ю. Костюк, С. В. Жуков, А. В. Смирнов, А. С. Сибилев. Очистка продуктивных растворов, содержащих редкоземельные металлы, от примесных элементов экстракционным способом // Труды Кольского научного центра РАН. – 2018. – Т. 9. – №2-1. – С. 302-305.

[11] Ю.В. Азарова, Е.П. Бугриева, В.И. Дякин, Д.И. Кринов. Мат. конференции «Редкоземельные элементы: геология, химия, производство и применение». ВНИИХТ, Москва. 2012.

[12] Зинин Д.С. Фазовые превращения при попутном извлечении РЗЭ из экстракционной фосфорной кислоты: дис. …канд. хим. наук:02.00.01.- Москва, 2018. – 145 с.

[13] Пат. США, МПК3, С 22 В 11/08. Способ рециркуляции цианида в цикл извлечения благородных металлов / Заявитель: Терри Дж. Маддер, Адриан Джеймс Голдстоун; патентообладатель: Коур Голд Нью Зилэнд Лимитед, Викинг Майнинг Компани Лимитед – № 3617567; заявл. 04.01.1993; опубл. 27.01.1998, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.: ил.

[14] Шокобаев Н.М. Разработка технологий комплексной переработки руд экзогенных месторождений урана с попутным извлечением рения, скандия и редкоземельных металлов: дис. … док. филос. (PhD): 6D070900. - Алматы: Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, 2015. – 111 с.

[15] Старков А.М., Рябухин Е.А. Метод выщелачивания золота в цианистом растворе в присутствии альтернативных окислителей // XLI Студенческая международная заочная научно-практическая конференция «Молодежный научный форум: технические и математические науки». – Москва, 2017. – С.174-179.

[16] Маликов В.А. Крылова К.О. Извлечение РЗМ из фосфогипса азотной и серной кислотами // Цветные металлы. – 2003. – № 4. – С. 63-64.

Хаваза Т.Н., Токпаев Р.Р., Ибраимов З.Т., Атчабарова А.А., Наурызбаев М.К.

Қазақстандық фосфогипсінен иттрий мен лантанның сілтісіздендіру процестерін зерттеу

Түйіндеме. Мақалада қазақстандық фосфогипстің сирек кездесетін металдарды айырып алуға арналған шикізат ретінде перспективалық қолдануы көрсетілген. Минералды қышқылдардың және олардың қоспаларының ерітінділерін қолданып иттрий мен лантанның фосфогипстен сілтісіздендіруінің оңтайлы шарттары анықталды, сонымен қатар сутегі пероксидінің олардың бөлу процесіне әсері көрсетілген.

Түйінді сөздер: фосфогипс, сілтісіздендіру, автоклавты ыдырату, микротолқынды әзірлеу, сирек кездесетін металдар, иттрий, лантан.

УДК 550.85
МРНТИ 30.17.51

[1, 2] N.M. Shayakhmetov, [1]M.B. Kurmanseiit, [1]D.Y. Aizhulov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
[2]al-Farabi Kazakh National Univeristy, Almaty, Kazakhstan
E-mail: shayakhmetovn@gmail.com)

STUDY OF THE OPTIMALITY OF HEXAGONAL WELL LOCATION MODES DURING THE IN-SITU LEACHING OF MINERAL

Abstract. Mineral mining using the in-situ leaching method is based on injecting of leaching solution into the ore formation through injection wells, leaching out the mineral and extracting the pregnant solution (dissolved mineral) through the production wells. During the stage of the field designing, the main task is to determine the optimal drilling-in pattern, which implies the choice of the optimal location of the injection and production wells. This article is considered the different modes of distance between production and injection wells with a hexagonal location and determines the optimality based on the economic indicators of each mode. As a result of the study, for the problem statement the optimal distance between the wells was determined.

Keywords: in-situ leaching, optimization of mineral mining, hexagonal well location, field design, in-situ leaching by wells.

[1, 2] Н.М. Шаяхметов, [1]М.Б. Құрмансейіт, [1]Д.Е. Айжулов
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail: shayakhmetovn@gmail.com)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОСТИ РЕЖИМОВ ГЕКСОГОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ВСКРЫТИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ МИНЕРАЛА МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Аннотация. Добыча минерала методом подземного скважинного выщелачивания основывается на закачивании выщелачивающего раствора в рудносный пласт через закачивающие скважины, выщелачивании раствором минерала и добыче продуктивного раствора (растворенного минерала) через добывающие скважины. При проектировании месторождения основной задачей является определение оптимальной схемы вскрытия что подразумевает под собой выбор оптимального расположения закачивающих и добывающих скважин. В данной работе рассматриваются различные режимы расстояния между добывающими и закачивающими скважинами при гексогональном расположении и определяется оптимальность на основе экономических показателей каждого режима. В результате исследования было определено оптимальное расстояние между скважинами при поставленной постановке задачи.

Ключевые слова: метод подземного выщелачивания, оптимизация добычи минерала, гексагональная схема вскрытия, проектирование месторождения, скважинное выщелачивание.

Подземное скважинное выщелачивание

Так как метод подземного скважинного выщелачивания в данный момент широко применяется в сфере добычи урана в задаче в качестве минерала рассматривается уран, однако данный метод добычи так же может быть использован для различных других минералов. В основном урановые месторождения образовываются в результате осаждения урана, которая переносится подземными течениями [1]. Такие месторождения так же кроме урана могут содержать различные редкоземельные и другие минералы [2]. Добыча таких месторождений осуществляется бурением закачивающих скважин, по которым в пласт закачивается выщелачивающий раствор, который растворяет уран и другие сопутствующие элементы. В результате, за счет реакций образовывается раствор с определенной концентрацией урана, который в производстве называется продуктивный раствор. Образованный продуктивный раствор откачивается с помощью пробуренных добывающих (или откачных) скважин.

Отработка месторождения состоит из нескольких этапов:

1) Поиск, геологическая и геофизическая разведка месторождения. На данном этапе проводится поиск рудной залежи на основе исследований геологической истории рассматриваемой области, определения возможности залегания и методов геофизического исследования. Пробуриваются разведочные скважины для более точного определения формы и места залегания рудной залежи. Далее на основе методов геостатистики строится геологическая модель месторождения, позволяющая определить массу и объем рудной залежи для подсчета запасов [3].

2) Проектирование и прогнозирование. Проектирование месторождения основывается на выборе наиболее оптимальной схемы вскрытия месторождения. На данный момент на основе экспериментальных и численных исследований самыми оптимальными признаны, ячеистые и рядная схемы расположения скважин [4]. С помощью прогнозирования отработки месторождения определяются расходы и объем работы на основе которых определяется экономическая рентабельность добычи.

3) Бурение технологических скважин. На основе проекта месторождения проводится бурение технологических скважин и уточнение геологической модели с использованием геофизических исследований пробуренных технологических скважин. Так же возможны изменения в схеме вскрытия месторождения.

4) Ввод месторождения в эксплуатацию проводится на основе проектных и прогнозных данных. В результате добычи определяется концентрация продуктивного раствора и сравнивается с прогнозными результатами, при недостаточной концентрации урана в продуктивных растворах производятся различные манипуляции с концентрацией раствора, дебитами и с самими скважинами. К примеру, увеличивается концентрация выщелачивающего агента в выщелачивающем растворе. Так же недостаточная добыча может быть обусловлена изменением фильтрационных характеристик пласта из-за кольматации или образования каналов в пласте [5].

5) Вывод месторождения из эксплуатации. Вывод из эксплуатации проводится для минимизации пагубного действия эксплуатации на окружающую среду и рекультивации области эксплуатации.

Следует отметить, что при разработке урановых месторождений методом подземного скважного выщелачивания практически всегда себестоимость урановой продукции формируется из горно-подготовительных работ и добычи (50 -55%), бурение скважин (15-20%), расход кислоты (10-20%), ремонтно-восстановительные работы (10-15%) [6].

Расход серной кислоты на месторождениях Казахстана зависит от минералогических свойств месторождения и эффективности схем вскрытия и составляет 50-150 тонн на тонну урана [7]. Сокращение расхода реагента на 5-10% путем определения оптимального расположения скважин и эффективного регламента работы сети скважин с помощью разработанного комплекса, позволит экономить 50000 - 350 000 т. кислоты в год при нынешних объемах добычи.

Так как в данной работе рассматривается этап проектирования месторождения, расчет расходов на различные работы требуют детальной симуляции процесса выщелачивания при различных свойствах схемы вскрытия. Однако в первую очередь следует рассмотреть возможности и ограничения математической модели, используемой для моделирования таких процессов.

Математическое моделирование процесса добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания

Математическая модель процесса добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания состоит из трех структурных, элементов, которые так же являются этапами симуляции данного процесса:

1. Гидродинамическое моделирование
2. Химическое моделирование
3. Экономическая оценка

Гидродинамическое и химическое моделирование проводилось на основе модели описанной в [8].

Экономическая оценка

Оценка оптимальности сетки скважин (схемы вскрытия) проводилась на основе экономических показателей для каждого из режимов. Расходы на работу месторождения разделяются на несколько категорий [6]:

1. Расходы на сооружение технологических скважин $E_{WD}(N_i, N_p)$ – определяются в результате, подбора схемы вскрытия, и оплачиваются единожды: расходы на бурение, на сооружение труб, технологических узлов и т.д.

2. Расходы на сырье $E_A(m_M)$ – объем кислоты определяется от соотношения жидкое к твердому (Ж/Т) и зависит только от горно-рудной массы (ГРМ) в рассматриваемой области. Следовательно, расходы на кислоту не зависят от схемы вскрытия, и могут определять ограничения на количество скважин, так как дебит скважин имеет ограничения по соображениям безопасности. Рекомендуемым соотношением Ж/Т является 1.6 – 1.8.

3. Эксплуатационные расходы $E_E(t)$ – расходы которые определяются по количеству скважин и так же зависят от времени эксплуатации месторождений: заработные платы, расходы на техническую поддержку оборудования.

Расходы на сооружение определяется количеством скважин что в свою очередь, при фиксированной площади месторождения, изменяется в зависимости от сетки скважин:

$$E_{WD}(N_i(r), N_p(r)) = N_i(r) \cdot P_i + N_p(r) \cdot P_p + N_b(r) \cdot P_b$$

где, N_i, N_p - количества закачивающих и добывающих скважин соответственно, P_i, P_p - стоимость бурения одной технологической (закачивающих или добывающей) скважины, P_b - стоимость обвязки блока, N_b - количество блоков в месторождении, зависит от геологических особенностей месторождения.

Расходы на оперативные затраты определяются следующим образом:

$$E_A(m_M) = V_M(x, y) \cdot \rho_M(x, y) \cdot SF \cdot P_A$$

где, V_M - объем горно-рудной массы, ρ_M - плотность горнорудной массы, SF – соотношение Ж/Т, P_A - стоимость 1 тонны кислоты на объекте. Объем и плотность горнорудной массы могут изменяться по пространству и определяются на основе геологического моделирования (геостатистики).

Одним из главных параметров является время отработки месторождения, которая определяется на основе гидродинамического и химического моделирования описанных в [8]. Время отработки определяется такое при котором достигается установленная степень отработки. Эксплуатационные расходы определяются на основе времени отработки месторождения и количества производимой продукции:

$$E_E(M_P, t) = \left(M_p \cdot P_E\right) \cdot t$$

где, M_P - масса произведенной продукции, P_E - стоимость эксплуатации (в которые входят все расходы описанные в таблице ниже) для добычи 1 кг продукции в течении времени эксплуатации, t - время эксплуатации месторождения.

Таблица 1. **Статьи расходов в предприятиях АО НАК «Казатомпром»**

Статья расходов	В млн. КЗТ за 6 мес.	В $ за 1 мес, 1 тонн.
Сырье и материалы	63 713	2461
Износ и амортизация	11 755	454
Оплата труда персонала	11 072	428
Налоги (кроме подоходного)	9 362	362
Переработка и прочие услуги	5 698	220
Расходы по транспортировке	1 762	68
Техническое обслуживание и ремонт	1 198	46
Коммунальные услуги	922	36
Прочее	1 057	41

Статьи эксплуатационных расходов и их итоговая стоимость была рассчитана по финансовым отчетам, опубликованным на сайте АО «НАК Казатомпром» [8].

Итоговые производственные расходы E_T рассчитываются суммированием всех описанных выше расходов:

$$E_T = E_{WD} + E_A + E_E + E_O$$

где, E_O - прочие расходы, рекомендовано как 7% от итоговой стоимости.

Исследование изменения расходов в зависимости от расстояния между закачивающими и добывающими скважинами

Сетка скважин определяется несколькими геометрическими свойствами, которые могут влиять на затраты на добычу минерала и являются функциями управления. Так как главным геометрическим свойством гексагональной сетки скважин является расстояние между закачивающими и добывающими скважинами (r) в первую очередь было исследовано влияние расстояния между закачивающими и добывающими скважинами на затраты на сооружение и эксплуатацию скважин.

Определение влияния r на экономические показатели проводилось на основе задачи выщелачивания минерала в фиксированной области Ω_1, с разными режимами расположения скважин, в зависимости от расстояния r (рисунок 1).

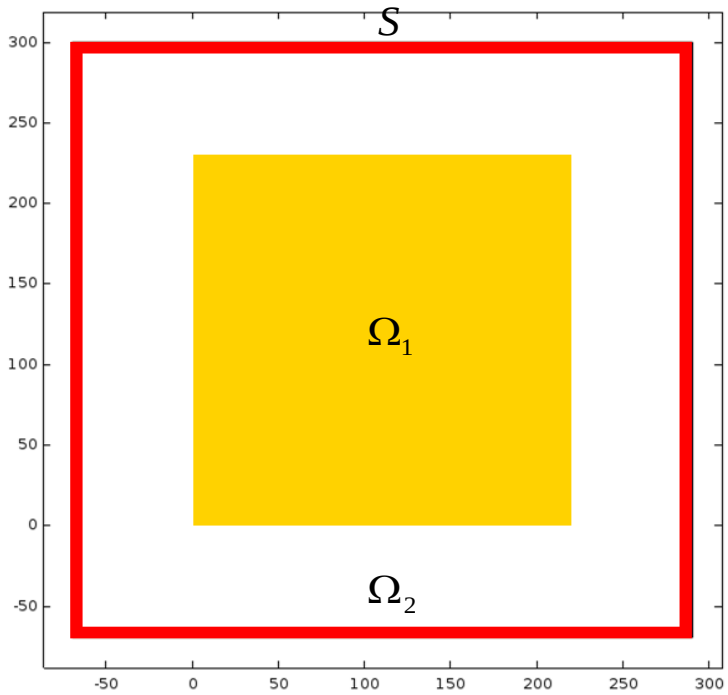


Рис. 1. Расчетная область с граничными и начальными условиями

При этом расчетная область (Ω_2) и границы расчетной области (S) определяются аналогично:

$$p(\vec{x} \in S, t) = 0$$

$$\frac{\partial C_{LS}(\vec{x} \in S, t)}{\partial n} = \frac{\partial C_{PS}(\vec{x} \in S, t)}{\partial n} = 0$$

В начальный момент в области Ω_1 имеется только минерал в твердом виде, следовательно:

$$p(\vec{x} \in \Omega_1 \bigcup \Omega_2, t = 0) = 0$$

$$C_{LS}(\vec{x} \in \Omega_1 \bigcup \Omega_2, t = 0) = C_{PS}(\vec{x} \in \Omega_1 \bigcup \Omega_2, t = 0) = 0$$

$$C_{SM}(\vec{x} \in \Omega_1, t = 0) = 1.8 \ моль / л$$

$$C_{SM}(\vec{x} \in \Omega_2, t = 0) = 0$$

Рассматривались следующие режимы расстояния между скважинами (рисунок 2 и таблица 2):

Таблица 2. **Режимы расположения сетки скважин**

Режимы	1	2	3	4	5
Расстояние между закачивающим и добывающими скважинами [м]	20	30	40	50	60
Количество всех скважин [ед.]	143	54	43	36	25
Количество добывающих скважин [ед.]	39	18	10	8	5
Количество закачивающих скважин [ед.]	104	72	33	28	20
Соотношение между количествами закачивающих и добывающих скважин	0,38	0,33	0,30	0,29	0,25

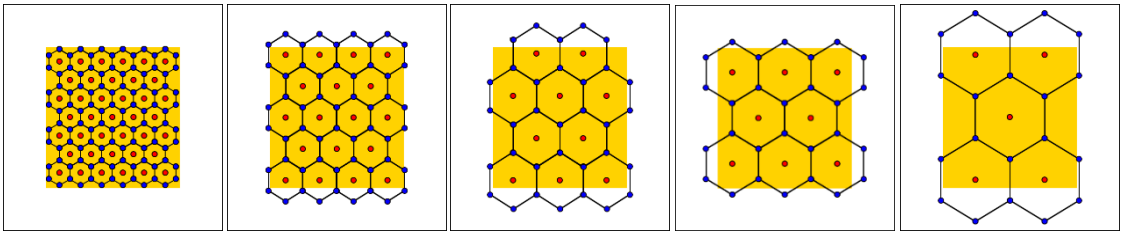


Рис. 2. Режимы расположения сетки скважин

Результаты расчета различных режимов расположения сетки скважин

По результатам вычисления были построены графики степени отработки в зависимости от времени эксплуатации.

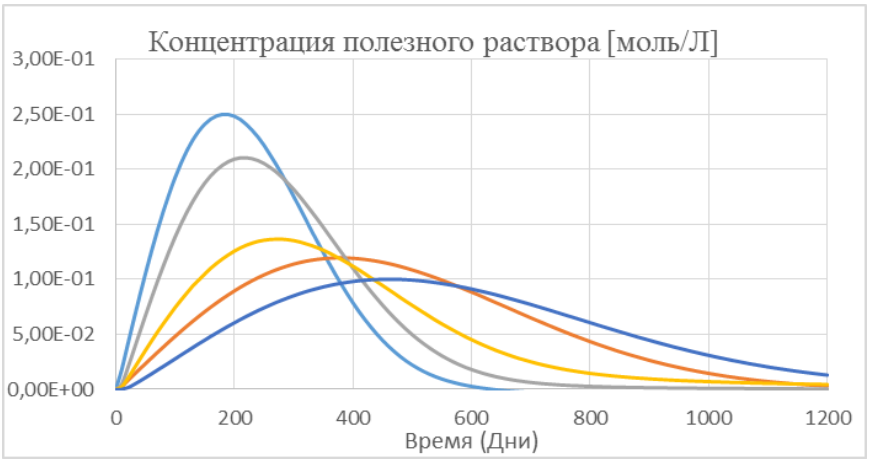


Рис. 3. Средняя концентрация полезного раствора на добывающих скважинах

Рисунок 8 отображает изменение концентрации полезного раствора на добывающих скважинах в зависимости от расстояния между добывающими и закачивающими скважинами. Как видно, увеличение расстояния между скважинами приводит к увеличению времени отработки заданной области. Что в свою очередь негативно влияет на эксплуатационные расходы.

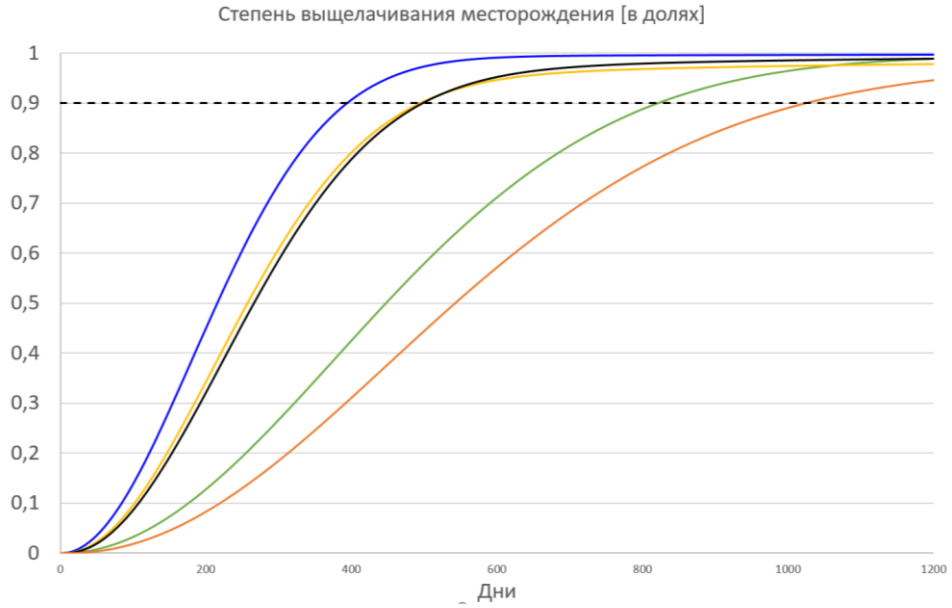


Рис. 4. Степень отработки месторождения при разных режимах сетки скважин

Так же были построены сравнительные графики изменения степени отработки по времени при этом расчет экономических показателей проводился при достижении достаточной степени отработки (на рисунке показано пунктиром), в данной задаче достаточной считается степень отработки 90% или 0.9 в долях.

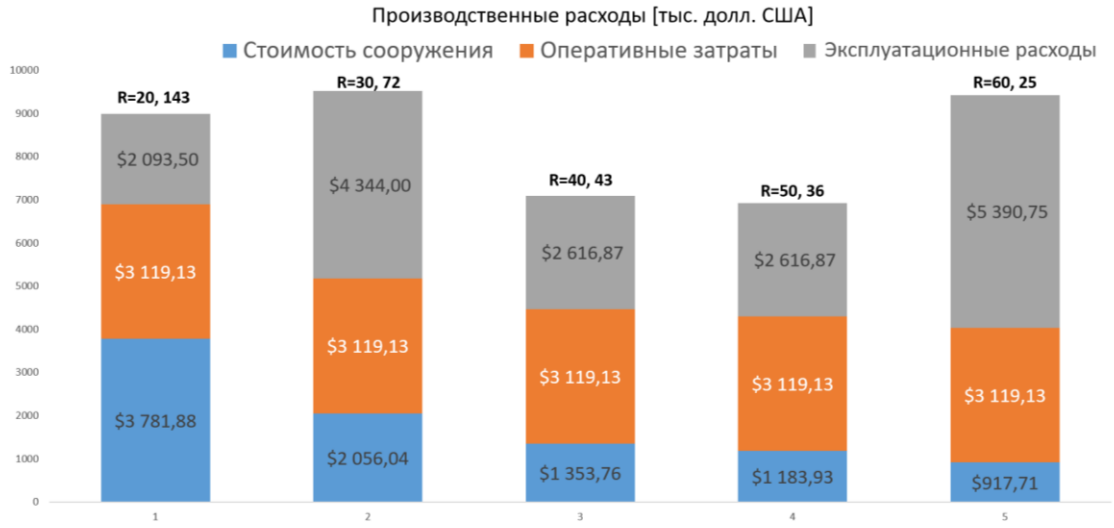


Рис. 5. Итоговые производственные расходы при различных схемах вскрытия

По рисунку 5 видно, что оптимальным является схема расположения скважин при котором достигается наименьший объем итоговых производственных расходов, при данной постановке задачи оптимальное значение находится между 40-50 метров между закачивающими и добывающими скважинами. Такое же расстояние является рекомендованным в рудниках АО «НАК Казатомпром».

Работа выполнена при поддержке комитета науки МОН РК в рамках программно-целевого финансирования BR05236447 «Интеллектуальные системы управления и принятия решений для разработки месторождений урана и нефти»

ЛИТЕРАТУРА

[1] Aizhulov, D. Quantitative model of the formation mechanism of the rollfront uranium deposits / D. Aizhulov, N. Shayakhmetov, A. Kaltayev // Eurasian chemico-technological journal. – 2018. – № 3. – С. 213-221.

[2] Dahlkamp, F.J. Uranium deposits of the world: Asia / F.J. Dahlkamp. – Берлин: Springer-Verlag, 2009. – 492 с.

[3] Мамилов, В.А. Добыча урана методом подземного выщелачивания / В.А. Мамилов, Р.П. Петров, Г.Р. Шушания. – М.: Атомиздат, 1980. – 248 с.

[4] Хайдарова М. Э. Обоснование схемы вскрытия и эксплуатации урановых месторождений методом подземного выщелачивания // Молодой ученый. — 2016. — №14. — С. 192-195.

[5] Алибаева Қ.А. Численное исследования путей повышения выработки месторождения при добыче минералов методом подземного скважинного выщелачивания: диссертация на соискание ученой степени доктора философии (Ph.D.). Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, 2013.

[6] Носков, М.Д. Добыча урана методом скважинного подземного выщелачивания: учебное пособие / М.Д. Носков. – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010. – 83 с.

[7] Бровин, К.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием / К.Г. Бровин, В.А. Грабовников, М.В. Шумилин, В.Г. Язиков. – Алматы: Ғылым, 1997. – 384 с.

[8] Интегрированнный годовой отчет АО «НАК Казатомпром». – Астана. – 2018.

Шаяхметов Н.М., Құрмансейіт М.Б., Айжулов Д.Е.

Минералды жерасты ұңғымалы шаймалау әдісімен өндіру кезінде гексагональді ашу схемасының режимдерін қолайлылыққа зерттеу

Түйіндеме. Жерасты шаймалау әдісімен минералды өндіру – шаймалау ертіндісін кен орнына айдау ұңғымалары арқылы айдауда, минералды ертінді арқылы шаймалауда және реакция нәтижесінде пайда болған өнімді ертіндіні (минерал ертіндісі) өнімді ұңғымалар арқылы өндіруде негізделен. Кен орнын жобалау кезінде негізгі мақсат ол қолайлы ашу схемасын табу. Негізінде жобалау деген айдау және өнімді ұңғымаларды оңтайлы орналастыру. Бұл жұмыста гекагональді схеманың айдау ұңғымалары мен өнімді ұңғымалардың арасындағы ара қашықтықтың бірнеше режимдері қарастырылады және олардың қолайлығы экономикалық көрсеткіштер арқылы зерттеледі. Қойылған есептің нәтижесінде айдау және өнімді ұңғымалардың арасындағы қолайлы ара қашықтығы табылды.

Түйін сөздер: жерасты шаймалау әдісі, минералды өндіруді оңтайландыру, гексагональді ашу схемасы, кен орнын жобалау, ұңғымалы шаймалау.

УДК 669.168:669.781:661.844

A. Akberdin, A.Kim, R.Sultangaziyev, M.Karbayev
(Chemical-Metallurgical Institute after Zh. Abisheva, Karaganda, Republic of Kazakhstan
E-mail: sulrus83@mail.ru)

CARBON REDUCTION OF BORON AND BARIUM FROM OXIDES

Abstract. Complete thermodynamic modeling of chemical transformations in B_2O_3-C, BaO-C and BaO-B_2O_3-C systems in the temperature range 273-3000K was performed. In the first system, the formation of boron carbide is established, and in the second - barium dicarbide. The effect of carbon consumption in an amount of 0.5 to 9 moles per 1 mole of these oxides on the phase formation process was studied. The consumption of 3.5 moles of carbon per 1 mol of B_2O_3 is optimal for the B_2O_3-C system, and 3 moles per 1 mol of BaO in the BaO-C system, giving the maximum amount of carbides formed. Based on the data obtained, the features of reduction processes in the ternary BaO-B_2O_3-C system are investigated. The oxide part of the charge was formed according to the state diagram of the BaO-B_2O_3 system, choosing high BaO: B_2O_3 (3: 1) and low (1: 2) ratios as reference compositions. In the first case, barium orthoborate $Ba_3B_2O_6$ is formed from the loaded BaO and B_2O_3, and in the second, the BaB_4O_7 metabolite. The reduced activity of barium and boron oxides in these compounds requires high temperatures to undergo reduction processes. The products of $Ba_3B_2O_6$ processing are dicarbide (BaC_2) and barium hexaboride (BaB_6) with a noticeable prevalence of the former. Barium dicarbide in small quantities appears only by 1923K, increasing its presence with increasing temperature. It can be assumed that the reaction $Ba_3B_2O_6 + 6C = 2BaC_2 + BaB_2O_4 + 2CO$ occurs when BaC_2 appears, and $Ba_3B_2O_6$, as a result of BaO depletion, transforms into BaB_2O_4. The introduction of the latter into the reaction with carbon contributes to an increase in the amount of BaC_2 and the emergence of a new product - barium hexaboride: $3BaB_2O_4 + 16C = 2\ BaC_2 + BaB_6 + 12CO$.

The smelting of a mixture with a low BaO content and an increased B_2O_3 has a different character. According to its composition, it corresponds to the BaB_4O_7 compound according to the state diagram of BaO-B_2O_3. It seems that BaB_4O_7 reacts with carbon by the reaction $2BaB_4O_7 + 7C = B_4C + 2BaB_2O_4 + 6CO$ with the formation of boron carbide

and barium orthoborate BaB_2O_4. The interaction of the latter with C promotes the appearance in the smelting products of barium dicarbide and its hexaboride according to the above reaction $3BaB_2O_4 + 16C = 2BaC_2 + BaB_6 + 12CO$. The processing products of this charge in the order of appearance are B_4C, BaC_2 and BaB_6 with the dominance of barium hexaboride.

The data obtained allow us to expect the production of a new ferroalloy, simultaneously containing barium and boron, as well as the synthesis of refractory compounds such as BaB_6, BaC_2, B_4C for the needs of high-temperature technology.

Key words: boron, barium, carbon, reduction, modeling, carbides, barium hexaboride, ferroalloy.

А.А. Акбердин, А.С. Ким, Р.Б. Султангазиев, М.М.Карбаев
(Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Республика Казахстан, sulrus83@mail.ru)

УГЛЕТЕРМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ БОРА И БАРИЯ ИЗ ОКСИДОВ

Аннотация. Выполнено полное термодинамическое моделирование химических превращений в системах B_2O_3-C, BaO-C и BaO-B_2O_3-C в диапазоне температур 273-3000К. В первой системе установлено образование карбида бора, а во второй - дикарбида бария. Изучено влияние расхода углерода в количестве от 0,5 до 9 молей на 1 моль указанных оксидов на процесс фазообразования. Для системы B_2O_3-C оптимальным является расход 3,5 молей углерода на 1 моль B_2O_3, а в системе BaO-C – 3 молей на 1 моль BaO, дающего максимальное количество образующихся карбидов. На основании полученных данных исследованы особенности восстановительных процессов в тройной системе BaO-B_2O_3-C. Оксидную часть шихты формировали по диаграмме состояния системы BaO-B_2O_3, выбрав в качестве опорных составы с высоким отношением BaO:B_2O_3 (3:1) и низким (1:2). В первом случае из загруженных BaO и B_2O_3 формируется ортоборат бария $Ba_3B_2O_6$, а во втором – метаборат BaB_4O_7. Пониженная активность оксидов бария и бора в этих соединениях требует высоких температур для прохождения восстановительных процессов. Продуктами переработки $Ba_3B_2O_6$ являются дикарбид (BaC_2) и гексаборид бария (BaB_6) с заметным превалированием первого. Дикарбид бария в малых количествах появляется лишь к 1923К, увеличивая своё присутствие с ростом температуры. Можно полагать, что реализуется реакция $Ba_3B_2O_6 + 6C = 2BaC_2 + BaB_2O_4 + 2CO$, когда появляется BaC_2, а $Ba_3B_2O_6$ в результате обеднения по BaO переходит в BaB_2O_4. Вступление последнего в реакцию с углеродом способствует наращиванию количества BaC_2 и появлению нового продукта – гексаборида бария: $3BaB_2O_4 + 16C = 2\ BaC_2 + BaB_6 + 12CO$.

Иной характер имеет плавка шихты с пониженным содержанием BaO и повышенным - B_2O_3. По своему составу она по диаграмме состояния BaO-B_2O_3 отвечает соединению BaB_4O_7. Представляется, что BaB_4O_7 реагирует с углеродом по реакции $2BaB_4O_7+7C= B_4C+2BaB_2O_4 + 6CO$ с образование карбида бора и ортобората бария BaB_2O_4. Взаимодействие последнего с С способствует появлению в продуктах плавки дикарбида бария и его гексаборида по приведенной выше реакции $3BaB_2O_4 +16C =2BaC_2 + BaB_6 +12CO$. Продуктами переработки этой шихты в порядке появления являются B_4C, BaC_2 и BaB_6 с доминированием гексаборида бария.

Полученные данные позволяют рассчитывать на получение нового ферросплава, одновременно содержащего барий и бор, а также синтеза таких тугоплавких соединений как BaB_6, BaC_2, B_4C для нужд высокотемпературной техники.

Ключевые слова: бор, барий, углерод, восстановление, моделирование, карбиды, гексаборид бария, ферросплав.

Введение. Исследованиям восстановления бария и бора из оксидов посвящено значительное количество работ [1-3]. Связано это с необходимостью создания ферросплавов для легирования черных и цветных металлов в целях повышения их качества. Внимание к этим элементам обусловлено высоким эффектом их положительного влияния на свойства металлов при низком ($1\cdot10^{-3}$-$3\cdot10^{-3}$ %) содержании в них [4-6]. По этой причине их относят к микролегирующим элементам. Сплавы бора, чаще в виде ферробора, производят с использованием в качестве восстановителя алюминия, а в качестве источника бора - чистого борного ангидрида [5]. Это удорожает процесс, но, по мнению ряда исследователей, это гарантирует получение ферробора с низким содержанием посторонних примесей, особенно углерода. Нельзя не отметить предложений по карботермическому получению ферробора и результатов его успешного использования в сталеплавильной промышленности [7]. В странах СНГ, включая Казахстан, карботермический ферробор не производят, теоретические основы технологии подробно не рассмотрены, хотя реализация такого процесса позволила бы производить дешевый борсодержащий ферросплав. Основанием для этого является наличие больших запасов боратовых руд в Атырауской области и высококачественных углей для производства кокса - в Карагандинской. По этой причине анализ химизма

углетермического восстановления бора из его оксида представляет не только теоретический, но и вполне прикладной интерес.

Барий в железе практически не растворим, и для преодоления этой трудности технологический процесс организуют так, чтобы в ферросплаве образовывались растворимые в легируемом металле силициды бария (BaSi, $BaSi_2$) [1]. Для этого в шихту помимо баритовой руды и кокса загружают кварцит. Процесс был успешно реализован на Аксуском заводе ферросплавов [8,9] с использованием собственных (Карагандинская область) баритовых руд, но объёмы продаж силикобария намного уступают таковым для традиционных ферросплавов. Связно это, видимо, с высоким (60-65%) содержанием в нем кремния, недопустимым для выплавки массовой малокремнистой стали.

В этой связи в настоящей работе рассматривается возможность производства ферросплава, одновременно содержащего бор и барий, который можно назвать борбариевым. Полагали, что это обеспечит высокую востребованность промышленностью нового ферросплава. На первом этапе рассмотрели особенности восстановления бора и бария из свободных оксидов, а также из боратов бария без присутствия железа. Такой подход был успешно использован при разработке технологии производства силикобария . Он позволяет также изучить возможность синтеза высокотемпературных материалов на основе различных соединений бария и бора.

Метод исследований.

Для решения поставленных задач выполнили полное моделирование изучаемых процессов с использованием программного комплекса ТЕРРа[10]. Термодинамическое моделирование широко используется для создания новых процессов и металлов[11-13]. Использованный комплекс обнаруживает присутствие весьма малых количеств (10^{-30}-10^{-20} массовых долей) продуктов переработки использованной шихты. Для облегчения анализа за нижнее пороговое значение приняли 10^{-3} и более массовых единиц. В первую очередь изучили влияние расхода углерода на процесс фазообразования в системах B_2O_3-C и BaO-C в диапазоне температур 273-3000К с шагом в 50К и давлении в системе 0,1МПА.

Результаты исследований.

Анализ показывает, что единственной устойчивой конденсированной фазой в системе B_2O_3-C является карбид бора B_4C. Его появление отмечается уже при 1523К в количестве $0{,}21\cdot10^{-3}$ массовых долей. С ростом температуры концентрация карбида растет, достигая максимума в районе 1873К.

Влияния расхода углерода на фазообразование изучили при этой температуре, что позволило выполнить сопоставимый анализ.

Количество углерода задавали в молях (от 0,5 до 9) на 1 моль борного ангидрида. Зависимость количества образовавшегося карбида B_4C от расхода углерода при 1873К показана на рисунке 1а.(где «а» и «b» на рисунках?)

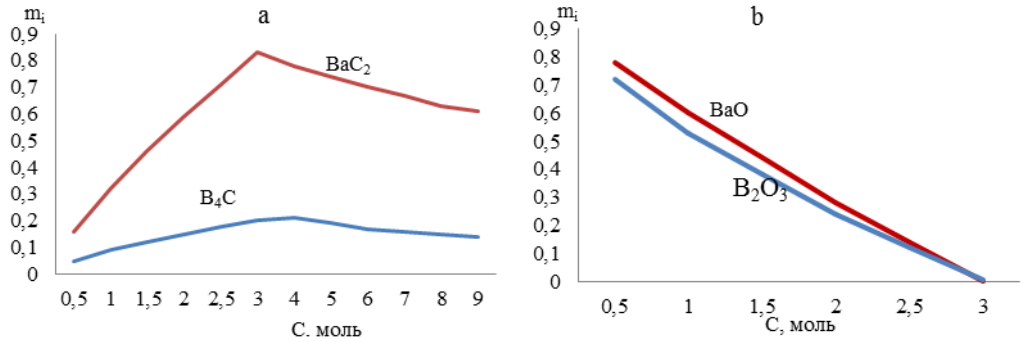


Рис. 1. Зависимость количества B_4C и BaC_2 (a) и BaO и B_2O_3 (b) в продуктах плавки от расхода углерода (C).

Она описывается уравнением $y = 0{,}0013\cdot x^3 - 0{,}0239\cdot x^2 + 01308\cdot x - 0{,}0191$ (1) $R^2 = 0{,}9841$, критерий Фишера: $F_{табл.} = 3{,}95$; $F_{факт.} = 164{,}73$ с высоким коэффициентом детерминации (R^2). Анализ полученных данных позволяет заключить, что оптимальным является расход 3,5 молей углерода на 1 моль B_2O_3, когда наблюдается самое высокое содержание карбида бора в продуктах плавки при данной температуре. Этому расходу углерода и содержанию B_4C отвечает полное расходование B_2O_3 (рисунок 1, b).

Аналогичное исследование провели в системе BaO-C (рисунок 1). Здесь единственным конденсированным барий содержащим продуктом является дикарбид BaC_2. Он появляется в малых количествах (0,11·10-3 массовых долей) уже при 1373К, показывая рост с увеличением температуры. Зависимость содержания BaC_2 от расхода углерода описывается уравнением (2) с высоким коэффициентом детерминации (R^2): $y = 0{,}005 \cdot x^3 - 0{,}0941 \cdot x^2 + 0{,}5194 \cdot x - 0{,}1011$ (2) $R^2 = 0{,}990$; критерий Фишера: $F_{табл.} = 4{,}066$; $F_{факт.} = 139{,}98$.

В соответствии с полученными данными для системы BaO-C оптимальным является расход 3 молей углерода на 1 моль оксида бария, чему соответствует самое высокое содержание дикарбида бария в продуктах плавки при 1873К (0,83 массовых долей) при практически полном расходовании BaO (рисунок 1, b).

Фазообразование в тройной системе $BaO-B_2O_3-C$ не изучено. Она представляет интерес в целях производства борбариевых сплавов для металлургии, синтеза материалов для высокотемпературных зон атомных реакторов, создания средств защиты от проникающей радиации. Представление о возможных продуктах восстановительной плавки шихт из BaO и B_2O_3 можно иметь из построенной нами диаграммы тройной системы Ba-B-C.

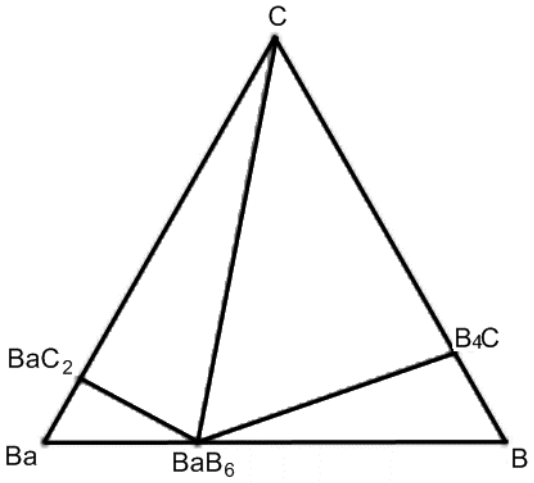


Рис. 2. Диаграмма фазового состава системы Ba-B-C

Для корректного анализа процесса, в базу комплекса ТЕРРа дополнительно ввели термодинамические данные для гексаборида бария BaB_6. Оксидную часть шихты формировали по диаграмме состояния $BaO-B_2O_3$, где отмечено присутствие таких конгруэнтно плавящихся боратов бария, как $Ba_3B_2O_6$, BaB_2O_4 и BaB_4O_7. Шихта на основе $Ba_3B_2O_6$ содержала 86,85 г. BaO и 13,15 г. B_2O_3. Расход углерода установили на полное восстановление оксидов в соответствии с полученными выше данными (рисунок 1). Рисунок 3 демонстрирует результаты моделирования процесса переработки этой шихты в диапазоне температур 273-3000К.

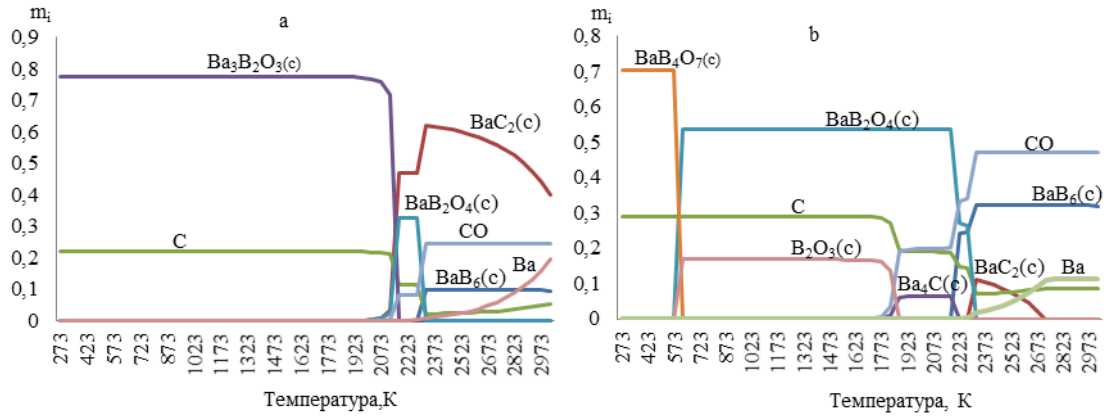


Рис. 3. Продукты переработки $Ba_3B_2O_6$ (a) и BaB_4O_7(b)

Анализ позволяет установить, что количество $Ba_3B_2O_6$ и углерода в шихте вплоть до высоких температур остается неизменным, свидетельствуя, что восстановительные процессы не проходят. Дикарбид бария в малых количествах ($0{,}17\cdot10^{-3}$ массовых долей) появляется лишь к 1923К, увеличивая своё присутствие с ростом температуры. Можно полагать, что реализуется реакция $Ba_3B_2O_6 + 6C = 2BaC_2 + BaB_2O_4 + 2CO$ (3), когда появляется BaC_2, а $Ba_3B_2O_6$ в результате обеднения по BaO переходит в BaB_2O_4. Вступление последнего в реакцию с углеродом способствует наращиванию количества BaC_2 и появлению нового продукта – гексаборида бария: $3BaB_2O_4 + 16C = 2BaC_2 + BaB_6 + 12CO$ (4). В области высоких температур (более 2400К) имеет место падение в продуктах плавки количества BaC_2 с одновременным ростом в шихте количества остаточного углерода (С), а в газе - бария (Ba) (рисунок 3, а). Количество гексаборида бария с температурой меняется мало. Он является высокотемпературным устойчивым соединением. Таким образом, переработка шихты с высоким отношением BaO к B_2O_3(3:1) позволяет получить BaC_2 и BaB_6 с превалированием первого. При синтезе этих соединений температуру процесса следует ограничивать 1873К для предотвращения перехода их в газовую фазу.

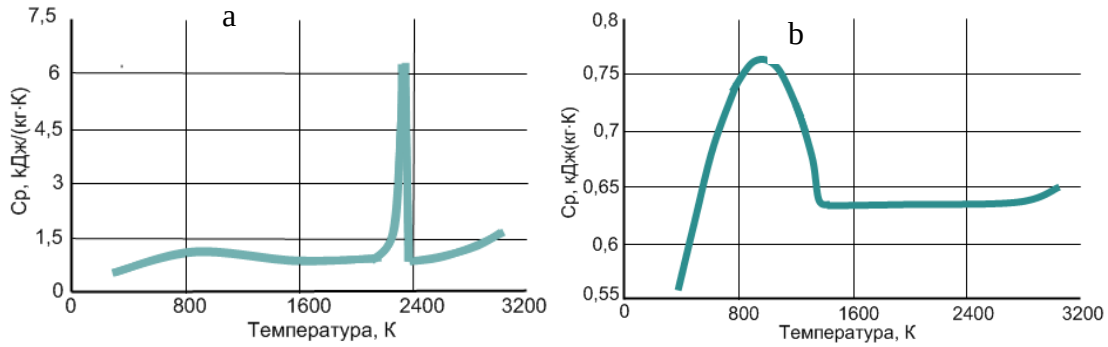


Рис. 4. Температурная зависимость теплоемкости BaB_4O_7 (а) и BaB_2O_4(b)

Изученная далее шихта с повышенным содержанием B_2O_3 отвечает соединению BaB_4O_7(рисунок 3,b). Расчеты показывают, что ещё при низких температурах (623К) BaB_4O_7 переходит в BaB_2O_4 и B_2O_3 . Но для этого, по нашему мнению, нет предпосылок. Борат BaB_4O_7 плавится конгруэнтно (при 1183К), и термическому разложению не подвергается. Неизменность расхода углерода и отсутствие в газах CO свидетельствуют, что восстановительные процессы также не проходят. Отмеченное можно объяснить сложностью корректного описания температурной зависимости термодинамических функций участников реакций (рисунок 4), о чем в таких случаях программа выдает на монитор специальное оповещение.

Представляется, что BaB_4O_7 реагирует с углеродом по реакции $2BaB_4O_7+7C= B_4C+2BaB_2O_4 + 6CO$ (5) с образование карбида бора и ортобората бария BaB_2O_4.

Взаимодействие последнего с С способствует появлению в продуктах плавки дикарбида бария и его гексаборида по реакции (4).

Таким образом, продуктами переработки это шихты в порядке появления являются B_4C, BaC_2 и BaB_6 с доминированием гексаборида бария. Он устойчив и наряду с B_4C и BaC_2 может рассматриваться как материал для защиты от проникающей радиации и элемент электронных приборов[14,15].

Полученные в результате моделирования данные позволяют рассчитывать на производство нового ферросплава, одновременно содержащего барий и бор, а также синтеза таких тугоплавких соединений как BaB_6, BaC_2, B_4C для нужд высокотемпературной техники.

Работа выполнена в рамках грантовое финансирование по научно-техническим проектам на 2020-2022 годы по теме ИРН № AP05130456 «Борбариевый модификатор для черных и цветных металлов»

ЛИТЕРАТУРА

[1] Григорьев Ю.В. Термодинамический анализ совместного восстановления кремния и бария углеродом / Ю.В. Григорьев, И.В. Рябчиков, В.Е. Рощин // Изв. вузов. Черная металлургия. 2005. - № 7. С. 3 - 5.

[2] Дмитриенко В.И., Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Айзатулов Р.С., Платонов М.А. Исследование восстановления бария и стронция применительно к условиям внепечной обработки стали// Изв. вузов. Черная

металлургия. -2012.-№4. -С. 27-29.

[3] Гасик М.И., Емлин Б.И. Электрометаллургия ферросплавов. Киев: «Вища школа», 1983, 364 с

[4] Голубцов В.А., Рябчиков И.В., Ахмадеев А.Ю. Модифицирование коррозионностойкой стали барийсодержащими сплавами // Чёрная металлургия. Бюл. НТИ. – 2008. – № 7. – С. 15-17.

[5] Жучков В.И., Леонтьев Л.И., Акбердин А.А., Бабенко А.А., Сычев А.В. Применение бора и его соединений в металлургии. Новосибирск: Академ-издат, 2018. – 156 с.

[6] Ким А.С., Акбердин А.А., Исагулов А.З., Султангазиев Р.Б. Выплавка борсодержащих марок стали и оценка качества литых заготовок. Вестник КазНИТУ, Алматы, 2017. - № 2 (120). – С. 553-557

[7] Гасик М.И., Порада А.Н., Кисельгоф О.Л., Чиркин Г.В., Руденко В.К., Петрунов В.С. //Разработка и промышленное освоение технологии выплавки высокопроцентного ферробора карботермическим процессом. //Сталь. - 1995 - N -С.31-34.

[8] Привалов О.Е., Дубровин А.С., Байсанов С.О. и др. Освоение технологии выплавки ферросиликобария и ферросилиция с барием в промышленных условиях // Сб. трудов «Проблемы комплексной переработки минерального сырья». – Караганда, 2000. – С. 32-36.

[9] Привалов О.Е., Дубровин А.С., Байсанов С.О. и др. Промышленные испытания технологии выплавки ферросиликобария и ферросилиция с барием // Известия Евразийского университета. – 2000. – С. 82-86.

[10] Трусов Б.Г. Программная система ТЕРРА для моделирования фазовых и химических равновесий в плазмохимических системах. 3-й международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии. Сб. материалов. – Т.I. – Иваново, 2002. с 217-220.

[11] Bale C.W., Chartrand P., Degterov S.A., Eriksen G., Hack K., Ben Mahfound R., Melancon J., Pelton A.D., Peterson S. FactSage Thermochemical Software and Databases. Calphad. 2002, vol. 26 (2), pp. 189-228

[12] Bale C.W., Belisle E., Chartrand P., Decterov S.A., Eriksson G., Hack K., Jung I.H., Kang Y.B., Melancon J., Pelton A.D., Robelin C., Peterson S. FactSage Thermochemical Software and Databases – recent developments. Calphad. 2009, vol. 33 (2), pp. – 311.

[13] Roine, *A.* Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical reactions and Equilibrium software with extensive thermochemical database / A. Roine // Pori: Outokumpu research OY. 2002 (www.outotec.com).

[14] Самсонов Г.В., Виницкий И.М. Тугоплавкие соединения. М., Металлургия, 1976, 560 с.

[15] Бугаев А.С., Виноградова Е.М., Егоров Н.В. Автоэлектронные катоды и пушки. Изд-во «Интеллект», 2018, 288 с.

Акбердин А.А., Ким А.С., Султангазиев Р.Б., Карбаев М.М.

Көміртегінің көмегімен бор мен барийлі тотықтарды тотықсыздандыру

Түйіндеме. 273-3000К температура диапазонындағы B_2O_3-C, BaO-C және BaO-B_2O_3-C жүйелеріндегі химиялық түрлендірулердің толық термодинамикалық моделдеу жүргізілді. Бірінші жүйеде бор карбиді түзіледі, ал екіншісінде - барий дикарбиді. Осы оксидтердің 1 мольына 0,5-9 моль мөлшерінде көміртекті тұтынудың фазалық түзілуге әсері зерттелді. Модельдеу нәтижесінде алынған мәліметтер барий мен борды қамтитын жаңа ферроқорытпа өндірісіне, сонымен қатар жоғары температуралы технология қажеттіліктері үшін BaB_6, BaC_2, B_4C сияқты отқа төзімді қосылыстардың синтезіне сенуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: бор, барий, көміртегі, тотықсыздану, модельдеу, карбидтер, барий гексаборидтері, ферроқорытпа.

УДК [546.47+546.815]: 631.445.51(574.41)

M.Sh. Akhmetkaliyeva, L.R. Sassykova, A.A. Batyrbayeva,
Y.A. Aubakirov, R.N. Azhigulova
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: batyrbaeva_aigul@mail.ru)

COMPOUNDS OF ZINC AND LEAD IN LIGHT CHESTNUT SOILS OF THE ISLAND "POLKOVNICHII" (SEMIPALATINSK, KAZAKHSTAN)

Abstract. The purpose of the work is to study and assess the basic patterns of the distribution of the forms of zinc and lead in the light clotted soils of the territory of of the island "Polkovnichii" (Semipalatinsk, Kazakhstan) as a basis for assessing the impact of man-made pollution and developing for successful environmental monitoring and soil protection. The article presents the results of studies on the content of forms of zinc and lead compounds in light chestnut soils. It was established that the maximum lead content is typical for the illuvial horizon B1, the minimum - for the humus horizon A. The maximum content of the total zinc form is characteristic for the humus horizon An and the humus accumulative horizon A1, the minimum - for the transition horizon of the Armed Forces. A reliable direct correlation dependence on humus and pH was obtained for the acid-soluble (extractant-2.5% CH_3COOH) form of lead.

A reliable positive correlation dependence was found on the pH values of the Zn forms strongly associated with the organic matter of the soil. It is revealed that the migration of the forms of lead and zinc in the soil profile is uneven: zinc accumulation is noted in the upper soil horizons - humic An and humic accumulation horizon A1. It has been established that lead accumulation occurs in the B1 illuvial horizon of the studied soils. The data on the background content of zinc and lead in the studied soils are very valuable, since they provide a good opportunity to conduct and analyze systematic observations in a given natural region and improve the objectivity of the assessment of the current environmental situation.

Key words: zinc, lead, migration, light chestnut soils, island “Polkovnichii”

М.Ш. Ахметкалиева, Л.Р. Сасыкова, А.А. Батырбаева, Е.А. Аубакиров, Р.Н. Ажигулова
(Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Казахстан, Алматы
E-mail: batyrbaeva_aigul@mail.ru)

СОЕДИНЕНИЯ ЦИНКА И СВИНЦА В СВЕТЛОКАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ОСТРОВА «ПОЛКОВНИЧИЙ» (СЕМИПАЛАТИНСК, КАЗАХСТАН)

Аннотация. Целью настоящей работы является оценка влияния техногенного загрязнения в светлокаштановых почвах территории острова «Полковничий» (Семипалатинск, Казахстан) путем установление основных закономерностей распределения форм нахождения цинка, свинца для успешного мониторинга состояния окружающей среды и охраны почв. В статье представлены результаты исследований содержания форм соединений цинка и свинца в светлокаштановых почвах. Установлено, что максимальное содержание свинца характерно для иллювиального горизонта В1, минимальное – для гумусового горизонта А. Максимальное содержание валовой формы цинка характерно для гумусового горизонта An и гумусово-аккумулятивного горизонта А1, минимальное – для переходного горизонта ВС. Получена достоверная прямая корреляционная зависимость от гумуса и pH для кислоторастворимой (экстрагент - 2,5% CH_3COOH) формы свинца. Найдена достоверная положительная корреляционная зависимость от значений pH форм Zn, сильно связанных с органическим веществом почвы. Выявлено, что миграция форм нахождения свинца и цинка по профилю почвы происходит неравномерно: накопление цинка отмечается в верхних горизонтах почвы - гуминовом An и гуминовом накопительном горизонте А1. Установлено, что накопление свинца происходит в иллювиальном горизонте В1 исследуемых почв. Данные по фоновому содержанию цинка и свинца в исследуемых почвах являются весьма ценными, поскольку дают хорошую возможность проведения и анализа систематических наблюдений в данном природном регионе и повышения объективности оценки складывающейся экологической обстановки.

Ключевые слова: цинк, свинец, миграция, светло-каштановые почвы, остров «Полковничий».

Введение

Почва производит микроэлементы из содержащихся в ней веществ, вносимых удобрений, опылителей. Содержащиеся в почве микроэлементы переходят в растения. Поэтому растения, употребляемые в пищу, отражают особенности микроэлементного состава данной почвы и ее геологической структуры. В выбросах промышленных производств также содержатся оседающие на почву вредные примеси. Так, в почве вокруг предприятий цветной металлургии встречаются окиси свинца, олова, молибдена, мышьяка и некоторых других элементов, а вокруг заводов черной металлургии содержатся цинк, свинец, фенол, мышьяк, сера [1-2]. Избыток таких микроэлементов, как ртуть, свинец, кадмий или селен, получаемых с растительной или животной пищей, могут явиться причинами отравления организма человека, тогда как недостаток меди, железа, марганца, цинка, йода, фтора, кобальта и молибдена вызывают целый ряд проблем, связанных с питанием [3, 4]. В природных, незагрязненных водоемах и в местах, где нет предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых, и там, где неорганические вещества не вносятся в почву как удобрения или стимуляторы роста растений, микроэлементы содержатся, как правило, в тысячных или десятитысячных долях миллиграмма на литр воды [5-7].

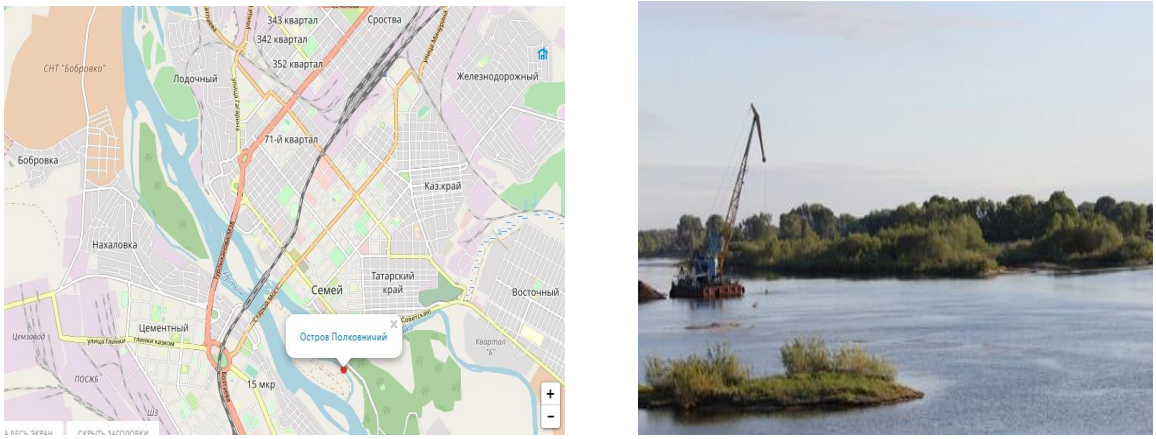
При решении практических вопросов охраны окружающей среды от антропогенного загрязнения важное место занимают сведения о содержании токсичных ингредиентов в почвах конкретного региона. При оценке уровня загрязнения в качестве референсных (кларк) обычно берут незагрязненные территории с аналогичным почвенным покровом, для которых известны концентрации тяжелых металлов. Принцип аналогии при этом соблюсти очень сложно, так как городским почвам – урбаноземам, строго говоря в естественных условиях аналогов нет. В связи с

этим возникает актуальная задача нахождения местного урбанизированного фона, который можно было бы использовать для оценки уровня загрязнения почв.

Целью работы являлось изучение и оценка основных закономерностей распределения соединений цинка и свинца в светлокаштановых почвах. Исследование проводилось для оценки влияния техногенного загрязнения на окружающую среду и мониторинг загрязнения почв.

Методы

В качестве объектов исследования были выбраны естественные типичные светлокаштановые почвы острова Полковничий (рис.1), находящегося в черте города Семипалатинск (Казахстан). Исследуемая территория расположена в черте города Семей Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. Город Семей разделен рекой Иртыш на левобережную и правобережную части. Посередине реки Иртыш находится остров Полковничий [7].



а б

Рис. 1. а-электронная карта города Семей, б-общий вид острова «Полковничий»

Первоначальное и нынешнее название острова связано с именем подполковника (ставшего позднее полковником) Матвея Ивановича Гейцига, который в 1787 году был назначен комендантом Семипалатинской крепости. Название острова «Полковничий» упоминается в планах с 19 века [7, 8]. Остров «Полковничий» - это одна из главных достопримечательностей этого края. За свою многолетнюю историю он пережил разные периоды. Чтобы вернуть острову былую славу, нужно, прежде всего, изменить свое потребительское отношение к природным богатствам. Сегодня судьбой острова Полковничий обеспокоены и экологи, и общественники, и правоохранительные органы.

Для анализов были взяты образцы всех имеющихся генетических горизонтов почвенного разреза.

Определение макросостава всех проб почв (pH, гумус, CO_2 карбонатов, гранулометрический состав) проводили стандартными методами.

Среди тяжелых металлов в качестве объектов изучения были взяты свинец и цинк. Выбор этих элементов обусловлен двумя обстоятельствами: во-первых, физиологической важностью цинка для живых организмов и прежде всего для растений, во-вторых – недостатком сведений по биогеохимии этих элементов на территории острова «Полковничий», необходимых для решения ряда научных и практических вопросов [9].

Свинец (Pb) — это металл, издавна добываемый и используемый человеком в различных сферах хозяйственной деятельности. Так же давно известно и негативное воздействие свинца на здоровье человека: уже во II в. до н.э. описаны признаки «сатурнизма» — свинцового отравления организма.

В городских условиях наиболее изучено загрязнение свинцом: его больше там, где больше гумуса (почвы города - парки, сады, скверы, транспортные магистрали). Причем в почвах транспортных магистралей свинец обнаружен даже на больших глубинах. Во много раз больше ПДК содержится в почвах и нефтепродуктов [10-12].

Цинк – это один и главных микроэлементов: он входит в состав ферментов, обуславливающих и регулирующих многие жизненные процессы. Цинк повышает жаро- и морозоустойчивость растений. При его недостатке в почве замедляется превращение неорганических фосфатов в органические соединения растений. С другой стороны, существенное увеличение содержания цинка в компонентах окружающей среды и продуктах питания негативно отражается на живых организмах, сопровождается ухудшением

здоровья человека связанное с его избытком.

В настоящей работе содержание тяжелых металлов в исследуемых почвах определяли на приборе КФК-3 фотоколориметрическим дитизоновым методом по прописи Г.Я.Ринькиса [9, 12, 13]. Воспроизводимость метода – ± 4,2%. Выделение фракций свинца и цинка проводили методом параллельной экстракции. Весь аналитический материал обработан методом математического анализа и математической статистики в почвоведении по Е.А. Дмитриеву [14].

Результаты

Как показали результаты исследований, среднее валовое содержание свинца в общей совокупности почвенных образцов исследуемой территории в 1,2 раза, цинка – в 2,4 раза ниже их кларкового содержания в почвах (рис.2).

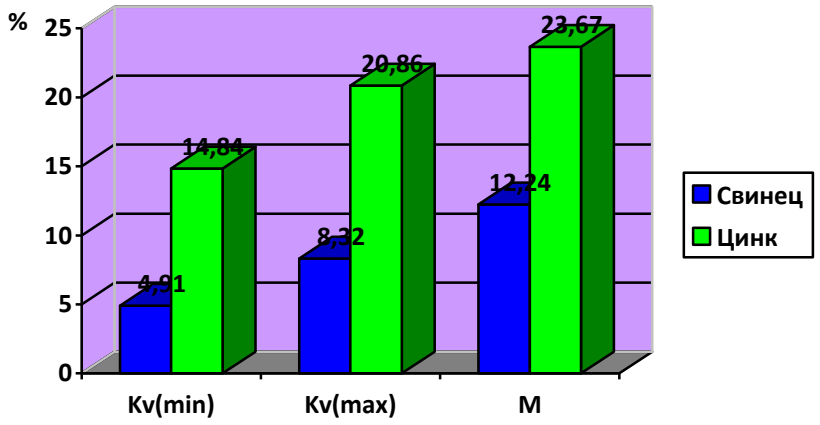


Рис. 2. Размах варьирования

Примечание: K_v - размах варьирования, M±m – среднее арифметическое и его ошибка, V – коэффициент варьирования.

По величине среднего валового содержания исследуемые тяжелые металлы располагаются таким образом: Zn> Pb

По значению коэффициента варьирования (в %) тяжелые металлы в исследуемых почвах расположены (рис.3) в следующем убывающем порядке:

Pb (34%) > Zn (17%)

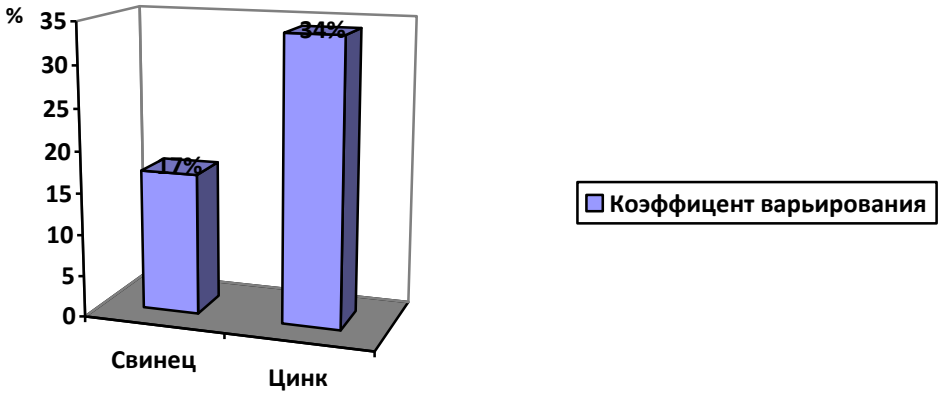


Рис. 3. Коэффициент варьирования

Содержание валовых форм ТМ по профилю почв распределяется неравномерно. Максимальное содержание свинца характерно для иллювиального горизонта B_1, минимальное – для гумусового горизонта А.

Максимальное содержание валовой формы цинка характерно для гумусового горизонта A_n и гумусово-аккумулятивного горизонта A_1, минимальное – для переходного горизонта ВС.

Повышенное содержание валовой формы цинка в гумусовом и гумусово-аккумулятивном горизонтах объясняется увеличенным содержанием в них максимального количества гумуса, а также более высоким значением pH. В свою очередь повышенное содержание в иллювиальном горизонте B_1 валовой формы свинца объясняется увеличенным содержанием в этом горизонте максимального количества физической глины (<0,01 мм), возможных карбонатных и щелочных геохимических барьеров.

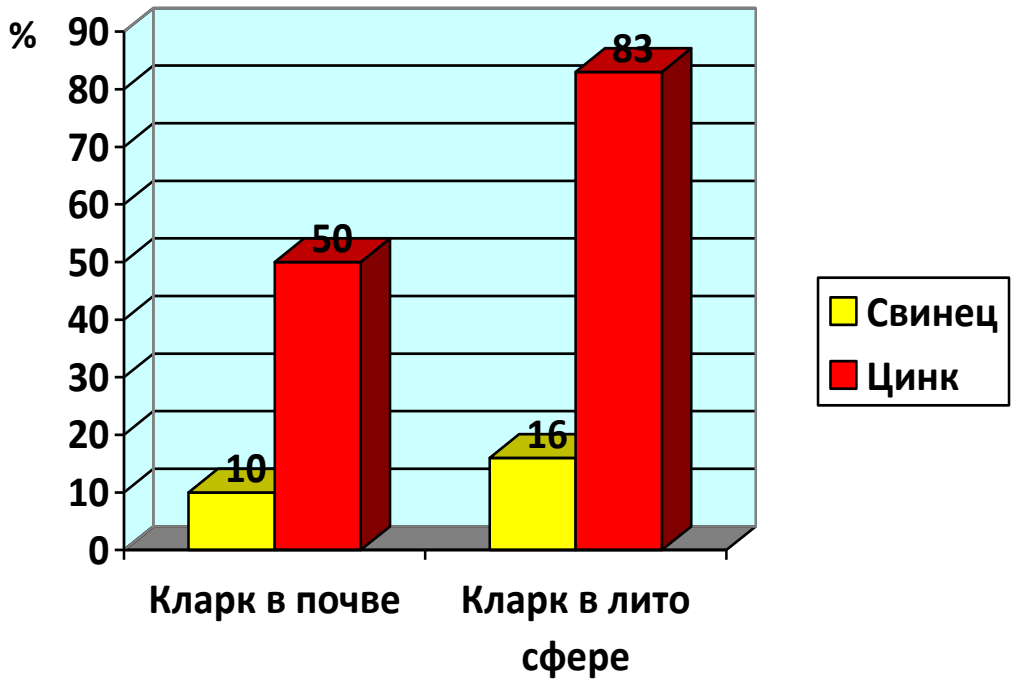


Рис. 4. Кларк в почве и кларк в литосфере

Согласно многочисленным исследованиям, органическое вещество и его компоненты образуют с ТМ различные комплексные соединения [5, 11], а тонкодисперсная минеральная фаза является сильным адсорбентом ТМ [6]. Результаты полученных исследований показывают, что с увеличением содержания физической глины в почве увеличивается содержание валовой формы свинца, а также с увеличением содержания гумуса в почве имеет место тенденция к увеличению содержания валовой формы цинка (рис.4).

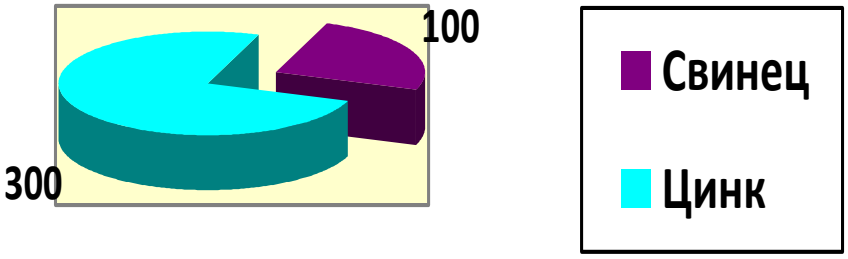


Рис. 5. ПДК в почве

Реакция водных почвенных суспензий в гумусовом и гумусово-аккумулятивном горизонтах нейтральная. Именно при значениях pH, близких к нейтральным, достигается максимум поглощения ТМ органическим веществом и глинистыми минералами [6, 16].

Амплитуда колебания содержания элементов в почве немного различна: для свинца накопление в верхнем горизонте почвы резко увеличивается с глубиной, напротив, для цинка характерно накопление в гумусово-аккумулятивном горизонте, которое постепенно уменьшается. Это свидетельствует о том, свинец в исследуемых почвах является менее подвижным металлом, способен

образовывать устойчивые соединения с тонкодисперсной минеральной фазой почвы. Необходимо отметить, что цинк также в исследуемых почвах относится к менее подвижным металлам в почве; ключевая роль в этом принадлежит органическому веществу, способному образовывать устойчивые комплексы с цинком, что очень важно и имеет большое практическое значение для управления биологической доступностью и миграцией этого элемента в почве.

Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что прослеживается неодинаковая корреляционная зависимость между валовым содержанием ТМ и показателями гумуса, pH почвы и физической глины.

Выявлена положительная достоверная корреляционная зависимость содержания валовой формы свинца только от наличия физической глины.

В исследуемых светло-каштановых легкосуглинистых почвах установлена достоверная положительная корреляционная зависимость между валовым содержанием цинка и наличием гумуса, а также значением pH.

Установленный уровень валового содержания в почвах исследуемого урбанизированного фона намного ниже рекомендуемых ПДК.

В.В. Ковальский [17] установил пороговые концентрации некоторых элементов в почвах по возможным патологическим воздействиям их на сельскохозяйственных животных, при сравнении с которыми валовое содержание цинка находится в пределах нижней пороговой границы.

Исследуемые светло-каштановые почвы острова Полковничий характеризуются низким валовым содержанием цинка по сравнению с почвами различных регионов [12, 13, 16, 17].

Согласно градации Я.В. Пейве и Г.Я. Ринькиса [9, 12-14] по уровню среднего содержания подвижной формы цинка исследуемые почвы относятся к средним по обеспеченности этими элементами почвам.

Обсуждение

Данные о фоновом содержании цинка и свинца в изученных почвах очень ценны, дают возможность систематических наблюдений в этом природном регионе и повышают объективность оценки возникающих условий окружающей среды. В последние годы фермерами в почву вносятся цинкосодержащие удобрения. Необходимо провести исследования влияния физико-химических свойств почв региона на эффективность цинковых удобрений, продолжить, имеющие большое прикладное значение, исследования в этом направлении.

Установлено, что валовое содержание свинца колеблется от 4,91 до 12,24 мг/кг, среднее значение равно 8,32 мг/кг, коэффициент варьирования составляет 34%; валовое содержание цинка находится в пределах 14,84-23,67 мг/кг, среднее значение равно 20,86 мг/кг, коэффициент варьирования в два раза меньше, чем для свинца и составляет 17%. Среднее валовое содержание свинца в 1,2 раза, цинка – в 2,4 раза ниже их кларкового содержания в почвах. Валовое содержание цинка в почвах острова Полковничий находится в пределах нижней пороговой границы.

Исследуемые почвы по уровню среднего содержания подвижной формы цинка относятся к средним по обеспеченности этим элементом почвам. Содержание форм нахождения (водорастворимой, обменной, кислоторастворимой, органической) зависит от содержания гумуса, физической глины и значений pH почвы. Выявлена достоверная прямая корреляционная зависимость от гумуса и pH для кислоторастворимой (экстрагент - 2,5% CH_3COOH) формы свинца. Установлена достоверная положительная корреляционная зависимость от значений pH для прочно- связанной с органическим веществом почвы формы цинка.

Миграция форм нахождения свинца и цинка по профилю почвы происходит неравномерно: аккумуляция цинка отмечена в верхних горизонтах почвы – гумусовом A_n и гумусово-аккумулятивном горизонте A_1, что свидетельствует о ведущей роли органического вещества почвы в накоплении этого элемента; накопление свинца происходит в иллювиальном горизонте B_1 исследуемых почв, что объясняется увеличенным содержанием в этом горизонте физической глины.

ЛИТЕРАТУРА

[1] http://ru-ecology.info/term/41721/

[2] Zinkute R., Bauziene I., Dilys K., Mazeika J., Taminskas J., Taraskevicius R., Recent Lithuanian peri-urban ombrotrophic bog records: indices derived from the contents of lead, zinc, copper and nickel. // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2015. - V.15. - №4. - P.293-318. doi:10.1144/geochem2013-245

[3] Mann A., Reimann C., Caritat P., Turner N., Birke M., Mobile Metal Ion® analysis of European agricultural soils: bioavailability, weathering, geogenic patterns and anthropogenic anomalies // *Geochemistry: Exploration,*

Environment, Analysis, 2015.- V.15.- P.99-112. doi:10.1144/geochem2014-279.

[4] Kloke A., Richtwerke, *Mitteilungen VDLUFA*, 1980, 2, 9.

[5] Зборищук Ю.Н., Зырин Н.Г. Медь и цинк в пахотном слое почв Европейской части СССР // Почвоведение. – 1978. - №1. –С.38-47.

[6] Кабата-ПендиасА., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. – с. 126-129, С.152-156.

[7] http://varandej.livejournal.com/429116.html

[8] Akhmetkaliyeva M.Sh., Sassykova L.R., Aubakirov Y.A., Sendilvelan S., Zhumakanova A.S., Abildin T. S., Zhussupova A.K., Amangeldi M. B., The accumulation of heavy metals by the vegetation of the east Kazakhstan, News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, series of geology and technical sciences.- 2018. - V.429.- № 3.- P.20-29.

[9] Соколов (ред.) Агрохимические методы исследования почв.- М.: Наука, 1975. – С. 384-404.

[10] https://www.rutraveller.ru/place/131415.

[11] Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах.-М.: Изд-во АН СССР, 1957. - С.203-207.

[12] Ринькис Г.Я., Рамане Х.К. и др. Методы анализа почв и растений.- Рига: Зинатне, 1987. -174 с. (In Russ.)

[13] Инструкция по определению тяжелых металлов и фтора химическими методами в почвах, растениях и водах при изучении загрязненности окружающей среды/Под ред. Важенина И.Г. – М.,1977. – 48 с.

[14] Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Либроком, 2009. - 328 с.

[15] Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. - №7. – С. 555-571.

[16] Ладонин В.Ф. Особенности специфической сорбции меди и цинка некоторыми почвенными минералами // Почвоведение. – 1997. - №12. – С. 1478-1485.

[17] Ковальский В.В. Пороговые концентрации химических элементов в почвах и возможные реакции организмов // Микроэлементы в биосфере и их применение в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока.-Улан-Удэ, 1973. – С. 30-39.

Ахметкалиева М.Ш., Сасыкова Л.Р., Батырбаева А.А., Аубакиров Е.А., Ажигулова Р.Н.

"Полковничий" аралының (семей, қазақстан) ашық-қоңыр топырағындағы мырыш пен қорғасынның қосылыстары

Түйіндеме. Мақалада мырыш және қорғасын қосылыстарының формаларының құрамын зерттеу нәтижелері берілген. Қорғасынның максималды құрамы B_1 иллювиальді көкжиекке тән, ең аз мөлшері A_n гумусты көкжиекке тән екені анықталды. Мырыштың жалпы нысанының ең жоғарғы құрамы An гумус көкжиегі мен A_1 гумус-аккумулятивті көкжиегі үшін тән, ең аз – B_1 ауыспалы көкжиегі үшін тән. Қорғасынның қышқыл еритін түрі үшін (экстрагент - 2,5% CH_3COOH) гумус пен pH арасында нақты тікелей корреляциялық тәуелділік алынды. Топырақтың органикалық затымен қатты байланысты Zn нысандарының pH мәндеріне байланысты оң корреляциялық тәуелділік табылды.

Түйін сөздер: мырыш, қорғасын, миграция, ашық-қоңыр топырақ, «Полковничий» аралы.

Akhmetkaliyeva M.Sh., Sassykova L.R., Batyrbayeva A.A., Y.A.Aubakirov, R.N.Azhigulova

Compounds of zinc and lead in light chestnut soils of the island "polkovnichii" (semipalatinsk, kazakhstan)

Summary. The article presents the results of studies on the content of forms of zinc and lead compounds in light chestnut soils. It was established that the maximum lead content is typical for the illuvial horizon B_1, the minimum - for the humus horizon A. The maximum content of the total zinc form is characteristic for the humus horizon An and the humus accumulative horizon A1, the minimum - for the transition horizon of the Armed Forces. A reliable direct correlation dependence on humus and pH was obtained for the acid-soluble (extractant-2.5% CH_3COOH) form of lead. A reliable positive correlation dependence was found on the pH values of the Zn forms strongly associated with the organic matter of the soil. It is revealed that the migration of the forms of lead and zinc in the soil profile is uneven: zinc accumulation is noted in the upper soil horizons - humic An and humic accumulation horizon A_1.

Key words: zinc, lead, migration, light chestnut soils, island "Polkovnichii"

UDC 631.82

U.B. Nazarbek, U. Besterekov, M.B. Kambatyrov, A. Abdibasil
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent,
Republic of Kazakhstan, unazarbek@mail.ru)

REVIEW OF MODERN METHODS OF USING HUMIC SUBSTANCES IN AGRICULTURE

Abstract. The article presents an overview of modern and innovative methods of processing humic substances into various agricultural products. Agriculture is one of the main industries that use valuable raw materials as humate substances. The review provides information on the use of humate substances in the CIS and other foreign countries for processing into feed additives.

Key words: humic substances, agriculture, feed additives, chemical technology.

Agriculture is the broadest area for the application of peat products. In crop production, peat products are used as fertilizers, they have a wide range of effects on the soil and plants. The main active ingredient in peat are humic substances, on their basis a lot of drugs are produced that solve various problems.

Humic substances perform a set of important biosphere functions. These include the structure-forming role in the soil [1], the accumulation of nutrients and trace elements in a form accessible to plants [2], the regulation of geochemical flows of metals in aquatic and soil ecosystems [3].

The use of peat in feed rations is not based on providing animals with energy, but has a positive effect on their health, as peat and preparations based on it have a wide range of beneficial effects on the body. Stimulating effects on digestion, strengthening the immune system of animals, absorbing and detoxifying possibilities are the most discussed. These positive effects are associated with a high content of humic acids and other organic and inorganic substances in peat. The marked heterogeneity of different types of peat is caused by different biological, chemical, physical and geological conditions in the process of peat formation. The biological activity of various peat preparations is determined not only by the chemical composition and physicochemical properties of peat, but also by the methods of application [4].

Animal husbandry is one of the most extensive areas for the application of peat products. Adding peat to feed rations is not based on providing animals with energy, but has a positive effect on health, as peat has a wide range of beneficial effects on the body. In animal husbandry peat is used as a source of humic substances with high biological activity and anti-inflammatory action [5].

The possibility of obtaining humic preparations for various purposes from lowland wood-grass, transitional sedge and upland pine-pushnitsa peat deposits of the Tomsk region, which have certain pharmacological properties [6] .

The ability of humic preparations to intensify the metabolic processes of plant cells is no less effective in animals. In addition, humic acids inhibit the growth of pathogenic bacteria and mold, reducing the level of mycotoxins, improve protein digestion and absorption of calcium, trace elements and nutrients. The result is a high fatness and immunity to disease. Improving digestion and assimilation of food, humic acids optimize the state of the gastrointestinal tract of animals. This gives not only a useful physical and economic effect, but also a positive impact on the environment by reducing pollution of its excrement.

Peat has low nutritional properties, but its use as a feed additive is possible after preliminary enzymatic or mechanochemical treatment.

An important property of peat, from the point of view of its application in animal husbandry, is antifungal activity [7].

Antifungal properties of purified sodium humate, sodium pyrophosphate humate and humic substances complex isolated from peat were investigated in vitro. As a test culture, the main pathogens of the most common fungal diseases were used. The study of antifungal properties of purified sodium humate showed no antifungal activity. This indicates the selective effect of various humic acid-based drugs. In addition, contamination of peat by potentially pathogenic microorganisms is a potential danger to animal health [8]. Thus, the study of the use of peat as a Supplement to the diet of piglets aged 5 to 23 days showed that peat does not significantly affect their growth, and in the case of infection leads to mycobacterial infections.

The use of peat as fodder may be associated with the risk of microbiological contamination of manufactured products. It is not recommended to feed peat without treatment with ionizing radiation or acetic acid [9]. Adding urea to the feed additive will reduce the risk of poisoning animals. The technology of preparation of carbohydrate protein feed from peat is known, which consists in chemical treatment of peat

with urea (4 % in terms of dry peat) in combination with heat treatment - heating with sharp steam [10].

The study of the antioxidant activity of peat shows that it is able to neutralize the forms of active oxygen and other free radicals formed during metabolism, and is a promising natural source for the production of drugs with antioxidant activity. This property is due to the presence of humic acids in peat. Antioxidant activity of peat feed additives was investigated [11]. Evaluation of the antioxidant properties of drugs derived from plant materials and peat showed that preparations containing humic acids have increased activity compared to known antioxidants such as ascorbic acid and quercetin. In another study, the antioxidant activity of alkaline peat humate was studied by the method of cathodic voltametry and, in particular, by the electrical reduction of oxygen.

The drug "Ferrostan" is intended for prevention of iron deficiency anemia (IDA), characterized by a lack of iron in the animal organism. Iron deficiency anemia is a major problem in animal husbandry and especially in pig farming. The disease occurs in the first 2-3 months of piglets ' life, covering up to 100 % of the population. The incidence of anemia and its consequences reaches 70 % [12].

A method for obtaining compounds of humic substances with iron has been developed [13]. The resulting drug was studied as a feed additive for the prevention of alimentary mycotoxemia and anemia in animals [13].

In medical practice, the preparation Humivit is used, which is a highly purified humic compound made from brown oxidized coals, with a high content of humic acids [14].

The drug "Bioeffect-DV-1", obtained from" Humivit " and eleuterococcus extract, has a pronounced wound healing effect in the treatment of skin wounds in rabbits and pigs [14].

We studied the use of the drug on the basis of humic acids of peat "Humiton" as a feed additive with the aim of improving the efficiency of dairy farming. "Humiton" is a composition of biologically active substances and a source of chelating compounds of humic acids with macro - and microelements, as well as amino acids [15]. The drug increases nonspecific resistance of cows. The consequence of this effect of the drug is to reduce the frequency of complicated and pathological calving, as well as increase the productivity of animals. The drug also reduces the time of rehabilitation of weak-born calves, increases their growth. The use of "Gamitana" expedient for the prevention of mastitis and endometritis.

High ion-exchange properties of peat allowed to create effective organic and organo-mineral fertilizers of prolonged action on its basis [3-5].

Biostimulating properties of humic acids and their influence on yield increase and plant protection are shown [3-6].

Complex organic-mineral fertilizer potassium humate liquid peat is a complex organic-mineral fertilizer in a liquid water soluble concentrate dark brown color. The main active substance of the drug-physiologically active forms of potassium salts of humic acids (potassium humates). The composition of the drug also includes amino acids, carbohydrates, water-soluble carboxylic acids, elements of mineral nutrition (nitrogen, phosphorus, potassium) and trace elements [2]. Significantly high yield increases were obtained in comparison with the control, both for individual years and according to the statistical processing of long-term data [4].

Preparations based on peat and its components in combination with sources of organic substances are widely used, which contributes to an increase in the biological activity of the soil [7].

In addition to humic acids, peat contains a significant amount of undecomposed residues of peat-forming plants with preserved cellular structure. Peat-forming plants are composed of: protein (1-30 %), fats, waxes, oils (1-30 %), cellulose and inlays (10-50 %), lignin (10-30 %) [2-3].

The study of the processes of transformation of organic matter of plants during peat formation shows that the rate of destruction of individual organic compounds is determined by their ability to react and be available for assimilation by soil microorganisms. Carbohydrates are the predominant component of plants and make up 40-80 % of their organic mass. As a result of peat destruction are primarily subjected to easily hydrolyzable substances of cellulose.

Peat cellulose is a difficult hydrolyzable substance; its content varies from 0.2 to 20 %. Non-hydrolyzable peat substances consist of a complex mixture of substances, mainly lignin. The amount of non-hydrolyzable residue can reach up to 26 %.

Peat, as a raw material for biochemical processing, contains mainly hard-hydrolyzable compounds with a high content of lignin, which makes it difficult to use it as a raw material. To do this, peat must be subjected to activation, physical or chemical action, leading to hydrolysis.

It is proposed to use low-enthalpy electron beam plasma (EBP) for peat activation. The EBP generator converts electrical energy into chemical energy of plasma ions and radicals with an efficiency of more than

90 % [1-2]. It was found that EBP treatment leads to an increase in the amount of substances extracted by hot water from 6.7% to 36.7% due to the destruction of easily hydrolyzable, hardly hydrolyzable substances and lignin. EBP treatment leads to an increase in the number of carboxyl (from 5.0 to 8.1 %) and carbonyl (from 5.2 to 12.1 %) groups. On the basis of technology of peat processing the technological scheme of production of fodder yeast is developed. Treatment of peat EBP allowed to increase the proportion of organic substances extracted from peat and assimilated by microorganisms and significantly increases the yield of yeast.

A plant for obtaining a protein-enriched feed additive based on peat has been developed [5]. The experimental setup is a steam-feed mixer for pretreatment of peat and a growing chamber of the cuvette type for solid-phase bioconversion. Peat was processed in the steam room-feed mixer. Riding peat with unsorted down with a humidity of about 50 % was loaded into a steamer-feed mixer with a volume of 3 m^3 and steamed with constant stirring for 60 minutes at 100°C to increase the digestibility of polysaccharides and their reactivity during subsequent fermentation. As a result of pre-steaming in peat there is an increased content of easily hydrolyzed polysaccharides, it increases from 19-21% to 26-28 %.

A method of increasing the digestibility of peat with a low degree of decomposition and enrichment of its protein is its treatment with sharp steam in the presence of nitrogen-containing reagents, in particular, urea at a temperature of 115°C for 1.5-2.0 h with constant stirring [6].

The effect of combining machining with alkaline and enzymatic action on peat on the efficiency of isolation of components of peat has been studied. Machining in the presence of alkali leads to the passage of chemical reactions with acidic components to form water-soluble compounds. Mechanical treatment of peat was carried out in mills-activators, in the flow vibro-centrifugal mill VCM-10 and planetary mill APF-4. Enzymatic hydrolysis was carried out by cellulolytic enzyme celloviridine (CV).

It was found that the yield of water - soluble peat fractions-polysaccharides and polyphenols-increases during alkaline and enzymatic hydrolysis in a vibro-centrifugal mill; changing the conditions of machining, it is possible to influence the quantitative and qualitative composition of water-soluble polysaccharide fractions of peat [7].

REFERENCES

[1] Соколов А.А. Торфяные месторождения как элемент регионального топливно-энергетического комплекса // Теория и практика общественного развития. - 2012. - № 8. - С. 363-366.

[2] Martin J.P. Influence of microorganisms on soil aggregation and erosion // Soil. Sci. - 1999. - № 52. - P. 381-394.

[3] Chaney K., Swift R.S. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soil // Soil Sci. - 2004. - № 35. - P.223-230.

[4] Орлов Д. С. Химия почв. - М.: Изд-во МГУ, 1992. – 259 с.

[5] Авакумов Н.П. Противовоспалительное действие гуминовых пелоидопрепаратов // Тез. III Всерос. Конф. «Гуминовые вещества в биосфере». - СПб., 2005. - С.91-92.

[6] Линник, П.Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1986. - 268с.

[7] Visser S. A. Effects Of Humic Substances On Plant Growth. In: Humic Substances Effect On Soil And Plants. - Italy: Reda, 2006. – 135 p.

[8] Пашков Г.И. Роль гуматов в повышении урожайности зерна яровой пшеницы // Вестник Марийского гос. ун-та. - Т. 2. - № 1. - С. 48-52.

[9] Гуминовые удобрения - повышение урожайности и плодородия почвы [Электронный ресурс] / ООО «НПО «РЭТ». - 2015 -URL: http://www.lignohumate.ru/about_guma t/info/guminovie-udobrenia-povishenie-plodorodia-urozainosti-pochvi.php (дата обращения 13.08.19)

[10] Бурмистрова Т.И. Применение продуктов переработки торфа в качестве индукторов защиты растений от грибных инфекций // Химия растительного сырья. - 2008. - №1. - С. 123-126.

[11] Сысоева Л.Н. Перспективы использования гуминовых препаратов из торфа в качестве индукторов устойчивости яровой пшеницы к грибным заболеваниям // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 12. - С. 43-45.

[12] Алексеева Т.П. Комплексные органо-минеральные удобрения пролонгированного действия на основе торфа // Химия растительного сырья. - 1999. - №4. - С. 53-59.

[13] Кравец А.В. Гуминовый стимулятор из торфа полифункционального действия // Достижения науки и техники АПК. - 2010. -№ 12. - С. 40-43.

[14] Шумейко М.В. Производство углещелочных реагентов и гуминовых стимуляторов роста растений // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2008. -№ 10. - С. 373-390.

[15] Canellas L.P. Humic and fiilvic acids as biostimulants in horticulture // Scientia Horticulturae. - 2015. - Vol. 196. - P. 15-27.

Назарбек У.Б., Бестереков У., Камбатыров М.Б., Абдибасил А.

Гуминді заттарды ауыл шаруашылықта қолданудың заманауи әдістеріне шолу

Түйіндеме. Мақалада гуминді заттарды әртүрлі ауылшаруашылық өнімдеріне қайта өңдеудің заманауи және инновациялық әдістеріне шолу келтірілген. Ауылшаруашылық саласы гуматты заттар секілді құнды шикізатты қолданушы негізгі салалардың бірі болып табылады. Шолуда гуматты заттарды азықтық қоспаларға қайта өңдеудің ТМД елдерінде және басқа да алыс шет елдерде қолдану туралы мәліметтер келтірілген.

Түйін сөздер: гуминді заттар, ауыл шаруашылығы, азықтық жемдер, химиялық технология.

Назарбек У.Б., Бестереков У., Камбатыров М.Б., Абдибасил А.

Обзор современных методов использования гуминовых веществ в сельском хозяйстве

Резюме. В статье представлен обзор современных и инновационных методов переработки гуминовых веществ в различные сельскохозяйственные продукты. Сельское хозяйство является одной из основных отраслей, использующих ценное сырье, как гуматные вещества. В обзоре приведены сведения об использовании гуматных веществ в странах СНГ и других странах дальнего зарубежья для переработки в кормовые добавки.

Ключевые слова: гуминовые вещества, сельское хозяйство, кормовые добавки, химическая технология.

УДК 669.33 (043)

V.A. Luganov. T.A. Chepushtanova, G.D. Guseinova, Y.S. Merkibayev, O.S. Baygenzhenov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: erik_me@mail.ru)

STUDY OF THE CARBON EFFECT ON SULFIDIZING GOLD-ARSENIC CONSENTRATE INDEXES UNDER “FLUID BED”

Abstract. Bakyrchik ore is refractory ores to process using traditional methods. Ore resistance is due to the finely disseminated gold in sulfide minerals (pyrite and arsenopyrite), as well as the presence of arsenic and carbonaceous matter. Processing of such ores by traditional hydro- and pyrometallurgical methods due to the increased content of arsenic is complicated by the release of its toxic compounds. The principal difference of the proposed technology is that gold-arsenic ores containing carbon will be involved in the production. The introduction of coal into the mixture has a positive effect due to the binding of excess oxygen from the blast to carbon and thereby increasing the sulfur potential in the system. Reducing the degree of reoxidation of arsenic allows one to increase its gasification and obtain sublimates with a higher content of sulfide and metal forms of arsenic.

Keywords: Gold-arsenic ore, coal, roasting, sulfidizer, fluidized bed.

В.А. Луганов, Т.А. Чепуштанова, Г.Д. Гусейнова, Е.С. Меркибаев, О.С. Байгенженов
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДА НА ПОКАЗАТЕЛИ СУЛЬФИДИРОВАНИЯ ЗОЛОТОМЫШЬЯКОВОГО КОНЦЕНТРАТА В УСЛОВИЯХ «КИПЯЩЕГО СЛОЯ»

Аннотация. Бакырчикская руда относится к трудно перерабатываемой традиционными методами. Упорность руды обусловлена тонкой вкрапленностью золота в сульфидных минералах (пирите и арсенопирите), а также наличием мышьяка и углистого вещества. Переработка таких руд традиционными гидро- и пирометаллургическими приемами из-за повышенного содержания мышьяка осложняется выделением его токсичных соединений. Принципиальное отличие предлагаемой технологии заключается в том, что в производство будут вовлечены золотомышьяковые руды, содержащие углерод. Введение каменного угля в шихту оказывает положительное воздействие за счет связывания избыточного кислорода дутья с углеродом и повышения тем самым серного потенциала в системе. Уменьшение степени переокисления мышьяка позволяет увеличить его газификацию и получить возгоны с более высоким содержанием сульфидных и металлических форм мышьяка.

Ключевые слова: Золото-мышьяковая руда, каменный уголь, обжиг, сульфидизатор, кипящий слой.

Введение. Углерод часто является сопутствующим элементом в мышьяксодержащем сырье. Так, в Казахстане имеется ряд месторождений золото-мышьяково-сульфидных углеродсодержащих руд (Бакырчик, Бестюбе, Саяк, Васильковское и др.), присутствие в которых углистых сланцев является одним из критериев их упорности.

Золоторудный актив Республики Казахстан включает более 2 тысяч месторождений. Исследования структуры золотосодержащего сырья за последние два десятилетия показывают, что наблюдается тенденция к увеличению добычи трудно перерабатываемых руд. Например, месторождение Бакырчик является одним из главнейших разрабатываемых коренных месторождений золота в республике и входит в пятерку крупнейших золотоносных месторождений мира. Однако, Бакырчикская руда относится к трудно перерабатываемой традиционными методами. Упорность руды обусловлена тонкой вкрапленностью золота в сульфидных минералах (пирите и арсенопирите), а также наличием мышьяка и углистого вещества. Переработка таких руд традиционными гидро- и пирометаллургическими приемами из-за повышенного содержания мышьяка осложняется выделением его токсичных соединений [1-3]. Принципиальное отличие предлагаемой технологии заключается в том, что в производство будут вовлечены золотомышьяковые руды, содержащие углерод.

Были проведены технологические исследования процессов сульфидирования мышьяксодержащих материалов пиритом и элементной серой.

При повышении температуры пирит разлагается с образованием пирротинов переменного состава и элементной серы. Поэтому нами и была поставлена задача изучения сульфидирования и пиритом, и элементной серой.

Технологией предусмотрено использование печей кипящего слоя, которая планируется к внедрению на золотодобывающем предприятии Бакырчик (Казахстан) для переработки углистых золото-мышьяковых флото- и гравиоконцентратов. Обжиг будет применен взамен или в дополнение к используемому в настоящее время "редокс"-процессу. Как показывает опыт мировой золотодобывающей промышленности [4-5], обжигово-цианистая технология переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов обладает следующими преимуществами:

1. Обжиг не требует применения химических реагентов (кроме воздуха), а в случае переработки концентратов не связан с затратами энергоресурсов и даже может служить источником получения дополнительной тепловой энергии. Положительный баланс тепла при обжиге позволяет в ряде случаев отказаться от предварительной сушки концентратов и направлять на обжиг материал влажностью 25-30 %.

2. Окислительный обжиг золотых сульфидных концентратов в комбинации с планированием обеспечивает достаточно высокую комплексность использования сырья. Кроме извлечения золота и серебра он допускает возможность утилизации серы и мышьяка в виде соответствующих товарных продуктов.

3. Процессы обжига и последующей металлургической переработки огарков хорошо отработаны в аппаратурном отношении, легко поддаются механизации и автоматизации.

Все это в совокупности делает технологию обжиг - цианирование достаточно экономичной. По данным зарубежной практики себестоимость переработки золотосодержащих концентратов по данной технологии колеблется в пределах 25-30 долл. США на 1 т концентрата. При этом стоимость самого обжига составляет 10-30 % от общей стоимости переработки руды [2].

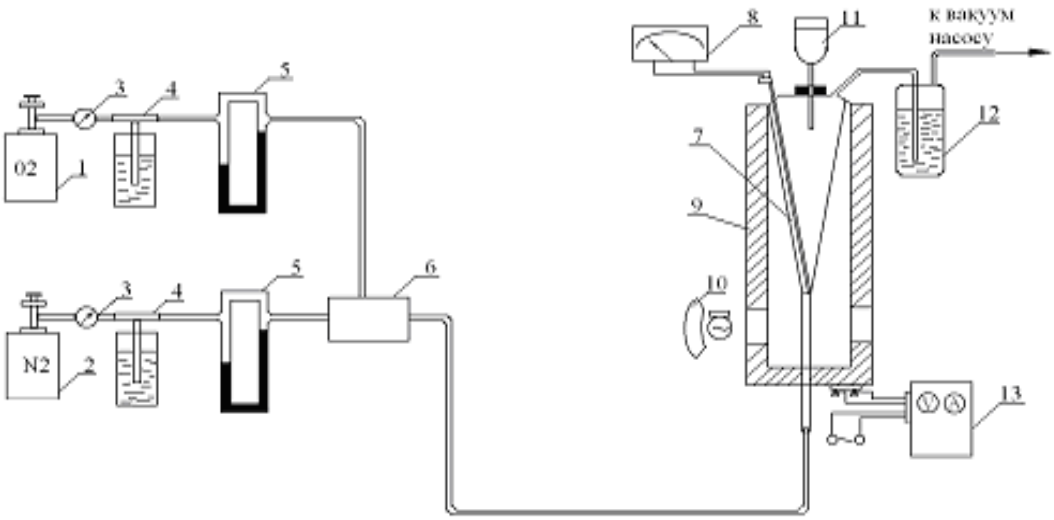
Химический состав используемых материалов приведен в таблице 1.

Таблица 1. **Содержание основных компонентов в материалах, используемых для обжига**

Наименование материала	Содержание компонентов, %					
	Cu	Fe	Zn	C	S	As
Маломышьяковистый Бакырчикский концентрат	0,04	17,62	–	12,9	5,3	2,39
Высокомышьяковистый Бакырчикский концентрат	0,12	24,45	–	–	18,0	11,0
Саякский концентрат	0,92	31,20	0,12	–	17,5	38,30
Лениногорский пиритный концентрат	0,39	39,94	–	–	46,8	–
Каменный уголь	–	–	–	70,0	2,0	–

Целью проводимых исследований являлось уточнение технологических параметров деарсенирующего обжига золотомышьякового концентрата при различном расходе сульфидизатора и восстановителя (каменного угля) и изучение распределения основных компонентов шихты (мышьяка и серы) по продуктам обжига. В процессе опытов варьировался температурный режим и состав шихты обжига.

Методы. Исследования проводились на лабораторной установке, обеспечивающей возможность обжига материалов в условиях кипящего слоя при различном содержании кислорода в дутье (рисунок 1).



1- баллон с кислородом; 2- баллон с азотом; 3- вентиль; 4- манометры; 5- реометры; 6- смеситель; 7- кварцевый реактор; 8- термопара с гальванометром; 9- электропечь; 10- осветительная лампочка; 11- загрузочное устройство; 12- поглотитель газообразных продуктов реакций; 13- регулятор напряжения.

Рис. 1. Схема установки для окислительно-сульфидирующего обжига

Основной частью установки является реактор конической конфигурации (для уменьшения пылевыноса), выполненный из прозрачного кварца и помещенный в электропечь. В нижнюю часть реактора подается смесь кислорода и азота, причем нужное содержание кислорода в дутье обеспечивается варьированием количеством подаваемых кислорода и азота. Расход газовой смеси должен поддерживать устойчивое кипение слоя в реакторе и в целом моделировать реальные параметры дутья в промышленном агрегате.

Навеска исходного концентрата и сульфидизатора (10 г) до опыта помещалась в загрузочное устройство и после достижения необходимых условий эксперимента (температура, дутье и т.д.) производилась его загрузка в реактор.

Результаты. Методика позволяет производить исследование влияния различных факторов (температуры, содержания кислорода в дутье, продолжительности, добавки сульфидизатора и других) на полноту и формы отгонки мышьяка.

В качестве показателя содержания кислорода в дутье было выбрано отношение (мышьяк + сера) в шихте : (кислород) в дутье в массовых долях, которое удобно и наглядно для подсчета необходимого количества кислорода на окисление основных его потребителей – мышьяка и серы.

Влияние температуры на показатели возгонки мышьяка из золотомышьякового концентрата иллюстрируется рисунками 2 и 3.

Из опытных данных видно, что интенсивное разложение арсенопирита начинается при температуре выше 873 К.

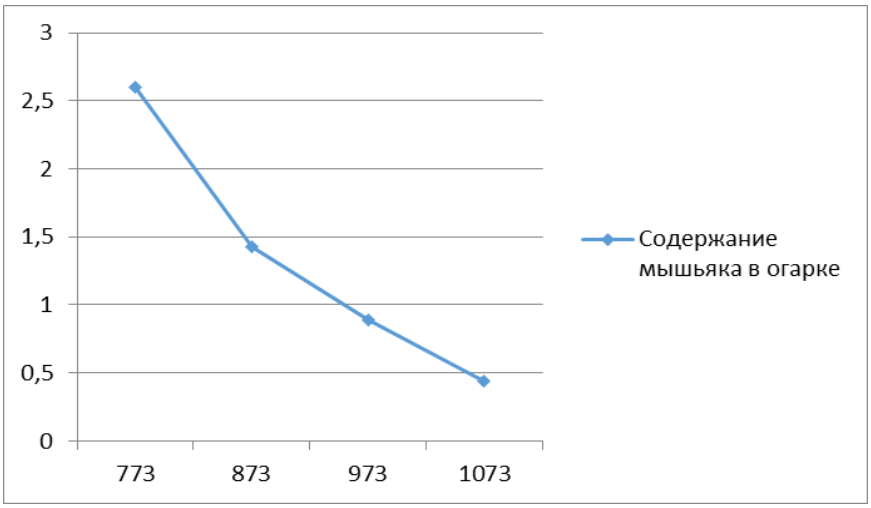


Рис. 2. Зависимость содержания мышьяка в огарке (%) от температуры (К)

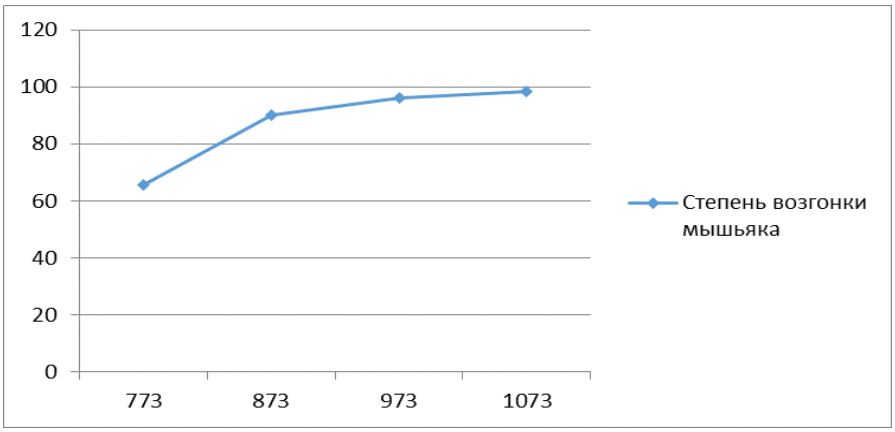


Рис. 3. Зависимость степени возгонки мышьяка (%) от температуры (К)

Влияние добавки сульфидизатора на степень отгонки мышьяка и серы показано в таблице 2.

Добавка сульфидизатора приводит к увеличению степени возгонки мышьяка за счет связывания избыточного кислорода в дутье серой. Кроме того, как показывают результаты рентгенофазового анализа, увеличивается доля сульфидного мышьяка в возгонах.

Таблица 2. **Зависимость степени отгонки мышьяка и серы от количества сульфидизатора (температура – 973 К; отношение (As + S) : O_2 = 1 : 0,5; продолжительность – 40 мин)**

Сульфидизатор	Количество, масс. % к концентр.	Содержание в огарке, %		Степень возгонки, %	
		As	S	As	S
Элементная сера	3	0,28	18,2	96,0	50,1
	7	0,17	19,6	98,4	51,7
	10	0,11	20,0	99,5	52,5
Пирит	3	0,30	16,4	95,8	45,1
	7	0,19	17,3	98,3	46,5
	10	0,12	18,4	99,4	47,7

Исследование влияния продолжительности обжига на полноту возгонки мышьяка из золотомышьякового концентрата показало, что процесс практически завершается в течение 30 – 40 минут.

Таким образом, лабораторные исследования по окислительно-сульфидирующему обжигу золотомышьякового концентрата в условиях регулируемого кислородного потенциала в реакторе «кипящего слоя» показали, что дозируемое количество кислорода в дутье обжига и присутствие сульфидизатора в шихте позволяет на 99,0 – 99,5 % перевести мышьяк в возгоны в основном в сульфидной форме. Остаточное содержание мышьяка в огарке не превышает 0,10 – 0,11 %. Значительное содержание серы в огарках обжига (около 20 %) позволяет рекомендовать для их переработки известные методы, основанные на принципе автогенности.

Изучение влияния расхода сульфидизатора и добавки угля на показатели распределения мышьяка и серы по продуктам обжига показало, что добавка к золотомышьяковому концентрату пиритного концентрата в количестве 30 - 50 % от массы шихты позволяет получить огарки, в которых доля оставшегося мышьяка не превышает 5 - 6 %, а степень десульфуризации составляет 50 - 70 %.

Обсуждение. Введение каменного угля в шихту оказывает положительное воздействие за счет связывания избыточного кислорода дутья с углеродом и повышения тем самым серного потенциала в системе. Уменьшение степени переокисления мышьяка позволяет увеличить его газификацию и получить возгоны с более высоким содержанием сульфидных и металлических форм мышьяка. Уголь также способствует сохранению серы в огарке. Подшихтовка каменного угля позволяет увеличить газификацию мышьяка в сульфидных формах.

Физико-химические закономерности влияния углерода на показатели сульфидирования мышьяксодержащих материалов еще не достаточно изучены и систематизированы. В связи с этим, на основании термодинамических расчетов была выполнена оценка влияния присутствия углерода на возможность протекания реакций сульфидирования и характер образующихся продуктов. Поскольку, в конечном счете, влияние углерода в процессе сульфидирования сводится к его взаимодействию с образующимися мышьяковыми продуктами, рассчитаны значения термодинамического потенциала реакций взаимодействия углерода и его оксида с оксидами и сульфидами мышьяка. Оксиды мышьяка взаимодействуют с углеродом и оксидом углерода с образованием полиатомного элементного мышьяка (As_2, As_4), а реакции, идущие с получением моноатомного элементного мышьяка (As) термодинамически невозможны.

В присутствии серы термодинамически вероятными являются реакции взаимодействия оксидов мышьяка с углеродом и CO с получением сульфидного мышьяка (AsS, As_4S_4), реакции 1-3:

$As_2O_3 + 2S + 3CO = 2AsS + 3CO_2$ (ΔG_{773}= -74,6 кДж/моль) (1)

$As_2O_3 + 2S + 3CO = 0{,}5As_4S_4 + 3CO_2$ (ΔG_{773}= -240,8 кДж/моль) (2)

$2As_2O_3 + 4S + 3C = As_4S_4 + 3CO_2$ (ΔG_{773}= -142,2 кДж/моль) (3)

При этом прохождение процессов с образованием токсичного сероуглерода (реакции 4 и 5) термодинамически невозможно:

$As_2O_3 + 6S + 4{,}5C = 2As + 3CS_2 + 1{,}5CO_2$ (ΔG_{773}=225,1 кДж/моль) (4)

$As_2O_3 + 8S + 6C = 2AsS + 3CS_2 + 3CO$ (ΔG_{773}=24,0 кДж/моль) (5)

Взаимодействие же серы с таким продуктом сульфидирования, как SO_2 (реакция 6) с образованием COS также термодинамически невозможно:

$2C + 2SO_2 = 2COS + O_2$ (ΔG_{773}=183,7 кДж/моль) (6)

В отличие от оксидов, реакции взаимодействия сульфидов мышьяка с углеродом и его производными во всем изученном интервале температуры имеют положительное значение ΔG_T^0 и поэтому термодинамически невозможны. Это обстоятельство играет важную роль в оценке влияния углерода на термодинамику процессов сульфидирования и показывает, что присутствие углерода в реакционной системе, с одной стороны, не вызывает разложения образующихся в ходе сульфидирования сульфидов мышьяка, а с другой стороны, не способствует образованию таких токсичных соединений, как сероокись углерода и сероуглерод.

Анализ влияния температуры на термодинамику восстановления оксидов мышьяка показывает, что для большинства термодинамически вероятных реакций восстановления равновесие с ростом температуры сдвигается в сторону прямой реакции. Исключение составляют лишь реакции 16, 18, 19, термодинамический потенциал которых незначительно убывает с увеличением температуры.

В целом, полученные сведения дают основание полагать, что присутствие углерода или его оксида при сульфидирующем обжиге является положительным фактором, позволяющим уменьшить

в возгонах долю оксидного мышьяка за счет восстановления его до элементного или (в присутствии серы) до сульфидных форм. Выделение при горении углерода (или его оксида) дополнительного количества тепла и соответственно повышение температуры в реакционной системе ведет к увеличению термодинамической вероятности протекающих восстановительных процессов и улучшает кинетику обжига. Вместе с тем, следует также ожидать, что экологические показатели процесса не будут ухудшены, поскольку образование токсичных газообразных продуктов термодинамически маловероятно.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Луганов В.А., Сажин Е.Н., Килибаев Е.О. Вывод мышьяка из металлургического производства // Вестник ВКГТУ имени Д. Серикбаева. – 2005. - №3 (29). - С.13-19.

[2] Mazulevskii, E.A.Email Author, Kovzalenko, T.V.Email Author, Seitkhanov, B., Dobryakova, O.P. Melting of Gold-Containing Concentrates with Copper Production Lead Slags // Metallurgist. - 1 March 2018, Volume 61, Issue 11-12. – P. 1001-1008.

[3] Andrade, L.H., Pires, W.L., Grossi, L.B., Aguiar, A.O., Amaral, M.C.S. Integration of two-stage nanofiltration with arsenic and calcium intermediate chemical precipitation for gold mining effluent treatment // Environmental Technology (United Kingdom) – 2019. - 40(13), P. 1644-1656.

[4] Ishihara, S., Shinoda, K., Kano, J. Mechanochemical treatment to remove arsenic from copper ore. //Minerals.– 2019, 9(6), P. 349.

[5] Wang, Q., Hu, X., Zi, F., Nie, Y., Zhang, Y. Extraction of gold from refractory gold ore using bromate and ferric chloride solution. // Minerals Engineering – 2019, 136, C. 89-98.

Луганов В.А., Чепуштанова Т.А., Гусейнова Г.Д., Меркибаев Е.С., Байгенженов О.С.

Қайнау қабатында алтын-мышьяк концентратын сульфидтеу көрсеткіштеріне көміртектің әсерін зерттеу

Түйіндеме. Бақыршық кені дәстүрлі әдіспен өңделетін отқа төзімді кен. Рудаға төзімділік сульфидті минералдарда (пирит пен арсенопирит) ұсақ таратылған алтынға, сондай-ақ мышьяк пен көміртекті заттардың болуына байланысты. Мышьяк құрамының жоғарылауына байланысты мұндай рудаларды дәстүрлі гидро- және пирометаллургиялық әдістермен өңдеу оның зиянды қосылыстарының шығарылуымен қиындайды. Ұсынылған технологияның басты айырмашылығы - құрамында алтын-мышьяк құрамындағы көміртегі бар кендер өндіріске қатысады. Қоспаның құрамына көмірдің шығуы жарылыс кезінде артық оттегін көміртекпен байланыстыруға және сол арқылы жүйеде күкірт әлеуетін арттыруға байланысты болып келеді. Мышьяктың тотығу дәрежесін төмендету оның газдануын жоғарылатуға және құрамында сульфид мөлшері көп және мышьяктың металл формалары бар сублиматтарды алуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер. Алтын -мышьякты кен, тасты көмір, күйдіру, сульфидизаторлау, сұйылтылған қабат.

UDC 502.174.1

A. Leudanskii[1], Ye. Opimakh[1], A. Volnenko[2], D. Zhumadullayev[2]
([1]Belorussian State Technological University, Minsk, Belarus
[2]M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
e.mail: nii_mm@mail.ru)

STUDY OF THE EFFECT OF SURFACTANTS CONCENTRATION ON THE FLOTATION PROCESS OF CRUSHED PLASTICS

Abstract. For the separation of plastic waste (polyamide, acrylonitrile butadiene styrene and polystyrene), a flotation method is proposed. Using this method, we studied the effect of the concentration of surface-active substances (surfactants), which were used syntanol, sulfanol and a mixture of surfactants containing sodium laureth sulfate and diethanolamide. It was noted that the maximum recovery of the flotation component depends on the type of polymer and surfactant. A positive feature is that the maximum polymer recovery is achieved with a rather low concentration of surfactants. A mixture of surfactants at lower concentrations allows to achieve greater extraction of the floated component with less foaming ability.

Key words: flotation, plastic waste, surfactants, concentration, wettability, gas bubbles.

А. Левданский[1], Е. Опимах[1], А. Волненко[2], Д. Жумадуллаев[2]
([1]Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь
[2]Южно-Казахстанский.государственный университет им.М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
e.mail: nii_mm@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕСС ФЛОТАЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ПЛАСТМАСС

Аннотация. Для разделения отходов пластмасс (полиамида, акрилонитрилбутадиенстирола и полистирола) предложен флотационный способ. С использованием указанного способа изучено влияние концентрации поверхностно-активных веществ (ПАВ), в качестве которых использовались синтанол, сульфанол и смесь ПАВ, содержащей лауретсульфат натрия и диэтаноламид. Отмечено, что максимальное извлечение флотируемого компонента, зависит от типа полимера и ПАВ. Положительной особенностью является то, что максимальное извлечение полимеров достигается при довольно низкой концентрации ПАВ. Смесь ПАВ при меньших концентрациях позволяет достичь большего извлечения флотируемого компонента при меньшей пенообразующей способности.

Ключевые слова: флотация, отходы пластмасс, поверхностно-активные вещества, концентрация, смачиваемость, пузырьки газа.

Введение. Проблема пластмассовых отходов в последние годы стала занимать важное место в мире, поскольку основное количество отходов уничтожается неэффективными способами [1-5].

Перспективными процессами разделения являются флотационные на основе различной смачиваемости, поскольку довольно просты аппаратурно и надежны. Процесс флотации близок к процессу седиментации во флотационных ваннах, который широко используется в мире. Флотационный процесс может позволить осуществлять разделение пластмасс с довольно близкими или равными плотностями. Для этого необходимо наличие поверхностно-активных веществ и пузырьков газа в рабочем объеме аппарата [6,7].

Методы. При определении концентрации поверхностно-активных веществ использовались стандартные методы физико-химических исследований.

Методика экспериментальных исследований флотационного процесса разделения пластмасс состоит в следующем. Заранее подготовить навеску исследуемых измельченных пластмасс массой $m_{\text{исх}}$. По причине трудоемкости дальнейшей ручной сортировки концентрата при многостороннем исследовании процесса флотации рекомендуется подавать навеску смеси измельченных пластмасс массой около 10 г. В лабораторной установке возможно исследование зависимостей извлечения отдельных типов пластмасс от физических и режимных факторов, при этом на флотацию подается навеска $m_{\text{исх}}$, содержащая один тип измельченной пластмассы. А также возможно исследование разделения смеси нескольких типов измельченных пластмасс. Во втором случае навеска $m_{\text{исх}}$ должна содержать частицы измельченной гидрофобной пластмассы массой $m_{\text{исх}}^{\text{фл}}$ и частицы измельченной гидрофильной пластмассы массой $m_{\text{исх}}^{\text{ос}}$. При исследовании разделения пластмасс рекомендуется на флотацию подавать смесь пластмасс в пропорции 1:1.

Результаты. При проведении исследований в качестве поверхностно-активных веществ нами использовались синтанол, сульфанол и смесь ПАВ, содержащей лауретсульфат натрия и диэтаноламид.

Синтанол – композиция оксиэтилированных спиртов, которые представляют собой смесь полиэтиленгликолевых эфиров с различным количеством оксиэтильных групп и разной величиной радикала. Синтанол является неионогенным поверхностно-активным веществом, малопенящимся биологически мягким смачивателем и моющим веществом, устойчивым к жесткой воде [8-10].

Сульфанол (алкилбензолсульфанат натрия, додецилбензолсульфонат натрия) – смесь натриевых солей, анионное поверхностно-активное вещество, с хорошими свойствами очищения, увлажнения, эмульгации и дисперсностью. Сульфанол поставляется в виде чешуйчатых кристаллов белого цвета или желтоватой пастообразной массы почти без запаха [8-10].

Лауретсульфат натрия (он же sodium laureth sulfate или sodium lauryl ether sulfate (SLES)) – анионное поверхностно-активное вещество. Применяется в качестве пенообразователя для производства большинства шампуней, зубной пасты, моющих средств и др.

Диэтаноламид (кокамид ДЭА) – пенообразователь и стабилизатор, смягчитель волокон, антистатик, регулятор вязкости, загуститель, является полимерным амфотерным (амфолитным) ПАВ.

В таблицах 1–3 представлены результаты исследований флотационного разделения смеси двух типов измельченных пластмасс – полиамида (ПА) и акрилонитрилбутадиенстирола (АБС). АБС являлся флотируемым компонентом смеси, а ПА – гидрофильным (осадок). Соотношение масс АБС и ПА в исходной навеске $m_{\text{исх}}^{\text{фл}} / m_{\text{исх}}^{\text{ос}}$ соблюдалось около 1:1.

В таблице 1 представлены результаты исследований зависимости чистоты концентрата и извлечения флотируемого компонента (АБС):

– от концентрации синтанола при расходе воздуха 0,062 м^3/мин·м^2;

– от расхода воздуха при концентрации синтанола 8,89 · 10^{-3} кг/м^3;

Таблица 1. **Результаты исследований флотации пластмасс при использовании синтанола**

$C \cdot 10^{-3}$, кг/м^3	$G_{\text{пр.в}}$, м^3/мин·м^2	$m_{\text{исх}}^{\text{фл}} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{\text{исх}}^{\text{ос}} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{\text{конц}} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{\text{конц}}^{\text{фл}} \cdot 10^{-3}$, кг
0,00	0,062	4,92	4,72	0,29	0,29
5,33	0,062	5,01	5,12	3,35	3,03
8,89	0,062	5,05	5,02	3,93	3,56
17,78	0,062	4,95	5,10	2,80	2,68
22,22	0,062	5,00	5,00	2,36	2,26
26,67	0,062	4,94	4,97	1,90	1,83
35,56	0,062	5,04	5,08	1,67	1,55
44,44	0,062	5,04	4,97	1,60	1,56
8,89	0,041	5,04	4,95	1,94	1,92
8,89	0,083	4,98	5,12	3,32	3,14
8,89	0,104	5,02	5,03	3,23	2,81
8,89	0,124	5,04	4,97	2,80	2,49
8,89	0,166	4,16	4,53	1,37	1,33
8,89	0,195	5,02	5,16	1,29	1,23

В таблице 2 представлены результаты исследований зависимости чистоты концентрата и извлечения флотируемого компонента (АБС):

– от концентрации сульфанола при расходе воздуха 0,062 м^3/мин·м^2;

– от расхода воздуха при концентрации сульфанола 11,56·10^{-3} кг/м^3.

Таблица 2. **Результаты исследований флотации пластмасс при использовании сульфанола**

$C \cdot 10^{-3}$, кг/м^3	$G_{\text{пр.в}}$, м^3/мин·м^2	$m_{\text{исх}}^{\text{фл}} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{\text{исх}}^{\text{ос}} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{\text{конц}} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{\text{конц}}^{\text{фл}} \cdot 10^{-3}$, кг
11,56	0,041	5,06	5,07	1,55	1,52
11,56	0,062	5,02	4,95	2,02	1,93
11,56	0,083	5,05	5,01	2,37	2,27
11,56	0,104	5,03	5,03	2,81	2,70
11,56	0,124	5,03	4,98	2,79	2,62
11,56	0,145	4,92	4,43	2,06	1,64
0,00	0,062	4,90	4,79	0,08	0,08
3,56	0,062	5,07	5,08	0,39	0,38
5,33	0,062	4,97	4,65	0,90	0,88
8,89	0,062	5,05	5,40	1,79	1,68

13,33	0,062	5,04	4,91	1,75	1,70
17,78	0,062	5,09	5,02	1,37	1,34
26,67	0,062	5,08	5,02	0,62	0,62

В таблице 3 представлены результаты по исследованию зависимости чистоты концентрата и извлечения флотируемого компонента (АБС):

– от концентрации смеси ПАВ, содержащей лауретсульфат натрия и диэтаноламид в соотношении 3:1 при расходе воздуха 0,104 м^3/мин·м^2;

– от расхода воздуха.

Эти результаты и результаты в таблицах 1 и 2 были получены без подогрева рабочей жидкости при температуре в пределах 10–12°С. Для оценки влияния температуры жидкости на процесс флотации был проведен эксперимент при различных температурах жидкости, результаты которого также приведены в таблице 3. При этом использовалась смесь ПАВ, содержащая лауретсульфат натрия и диэтаноламид, при концентрации 2,7 · 10^{-3} кг/м^3 (при которой наблюдалось максимальное извлечение флотируемого компонента – АБС), а расход воздуха по сечению аппарата равнялся 0,104 м^3/мин·м^2.

Таблица 3. **Результаты исследований при использовании лауретсульфат натрия и диэтаноламида**

$C \cdot 10^{-3}$, кг/м^3	$G_{пр.в}$, м^3/мин·м^2	$m^{фл}_{исх} \cdot 10^{-3}$, кг	$m^{ос}_{исх} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{конц} \cdot 10^{-3}$, кг	$m^{фл}_{конц} \cdot 10^{-3}$, кг	t, °С
0	0,104	4,99	5,03	2,16	2,12	10,2
1,02	0,104	4,94	4,98	3,67	3,57	10,2
2,70	0,104	5,04	4,93	4,28	4,17	10,3
5,41	0,104	4,96	5,12	3,14	3,00	10,8
10,81	0,104	5,12	4,89	1,59	1,57	11,1
16,22	0,104	5,41	5,05	0,74	0,71	11,3
21,62	0,104	4,87	4,91	0,13	0,13	11,4
2,70	0,062	4,99	5,05	2,26	2,22	10,7
2,70	0,145	3,95	3,98	3,81	3,76	10,7
2,70	0,187	4,97	4,76	4,71	4,51	11,3
2,70	0,104	5,13	4,97	4,19	4,02	20,9
2,70	0,104	5,01	5,00	2,76	2,71	33,1
2,70	0,104	4,95	5,15	0,05	0,05	49,8

При проведении экспериментальных исследований проводилось погружение зонда термометра в рабочую жидкость на различную глубину. При этом установлено, что отклонение значений температуры рабочей жидкости не превышало 0,1°С при изменении глубины погружения от 0,01 до 0,5 м.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты исследований флотационного разделения смеси двух типов измельченных пластмасс. Далее будут представлены результаты исследований влияния физических и режимных факторов на извлечение отдельных типов пластмасс. Исследование флотации отдельных измельченных пластмасс при различных физических и режимных факторов позволяет определить различные соотношения сил адгезии и когезии некоторых типов пластмасс при различных условиях.

В таблице 4 представлены результаты экспериментального исследования зависимости флотационного извлечения полистирола (ПС):

– от концентрации смеси ПАВ C, кг/м^3;

– от высоты аэрируемой жидкости H, м (для определения достаточной высоты аэрируемой жидкости);

– от расхода воздуха $G_{пр.в}$, м^3/мин·м^2;

– от температуры жидкости в емкости t, °С.

Таблица 4. **Результаты исследований флотационного извлечения полистирола**

$m_{\text{исх}} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{\text{конц}} \cdot 10^{-3}$, кг	$G_{\text{пр.в}}$, м³/мин·м²	$C \cdot 10^{-3}$, кг/м³	t, °С	H, м
10,22	8,70	0,072	0	14,5	0,68
9,65	9,50	0,072	2,16	14,5	0,68
10,19	10,18	0,072	5,41	14,5	0,68
9,59	9,39	0,072	14,05	14,7	0,68
9,82	8,02	0,072	32,43	14,7	0,68
9,72	6,50	0,072	0	13,1	0,48
9,39	8,90	0,072	2,16	13,1	0,48
9,71	9,68	0,072	5,41	13,4	0,48
9,01	8,76	0,072	14,05	13,4	0,48
9,61	8,81	0,072	21,62	13,5	0,48
11,10	6,80	0,072	32,43	13,6	0,48
10,02	4,98	0,072	0	11,9	0,29
10,01	7,16	0,072	2,16	12,0	0,29
10,04	7,31	0,072	5,41	12,1	0,29
10,05	5,65	0,072	8,65	12,2	0,29
10,01	4,31	0,072	14,05	12,3	0,29
10,03	0,50	0,072	21,62	12,3	0,29
10,00	3,53	0,072	0	11,9	0,17
10,01	6,35	0,072	2,16	12,1	0,17
9,99	6,51	0,072	5,41	12,1	0,17
9,99	5,07	0,072	8,65	12,2	0,17
10,01	3,97	0,072	14,05	12,3	0,17
10,01	9,81	0,036	5,41	13,4	0,48
9,13	8,93	0,108	5,41	13,5	0,48
9,47	9,00	0,143	5,41	13,8	0,48
9,63	8,94	0,036	16,22	13,9	0,48
9,94	9,61	0,072	16,22	14,1	0,48
9,43	8,83	0,108	16,22	13,9	0,48
8,93	8,12	0,143	16,22	14,0	0,48
10,00	6,64	0,072	5,41	22,8	0,17
10,02	3,83	0,072	5,41	31,7	0,17
10,01	1,91	0,072	5,41	42,1	0,17
10,02	1,07	0,072	5,41	51,3	0,17

Обсуждение. Для анализа результатов исследований флотационного разделения смеси измельченных полиамида и акрилонитрилбутадиенстирола, представленных в таблицах 1 и 2, были рассчитаны извлечение флотируемого компонента ε и чистота концентрата β, которые рассчитываются по представленным ниже формулам, изложенным в работе [11]:

$$\varepsilon = \frac{m_{\text{конц}}^{\text{фл}}}{m_{\text{исх}}^{\text{фл}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$\beta = \frac{m_{\text{конц}}^{\text{фл}}}{m_{\text{конц}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $m_{\text{конц}}^{\text{фл}}$ – масса флотируемого компонента (частиц измельченной гидрофобной пластмассы) в концентрате, кг; $m_{\text{исх}}^{\text{фл}}$ – масса флотируемого компонента (частиц измельченной гидрофобной пластмассы) в исходной навеске, кг; $m_{\text{конц}}$ – масса концентрата, кг.

Также были обработаны результаты экспериментальных исследований флотационного извлечения полистирола, представленные в таблице 4. После чего были построены зависимости показателей флотации от концентрации различных типов ПАВ, приведенные на рисунках 1–4.

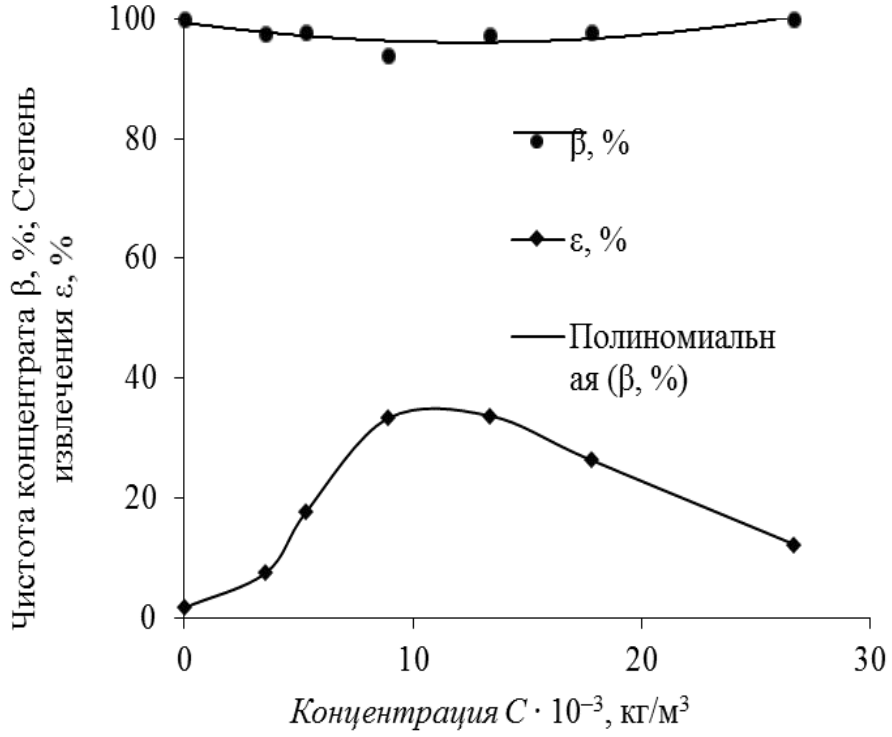


Рис. 1. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от концентрации сульфанола при расходе воздуха 0,062 м^3/(мин·м^2)

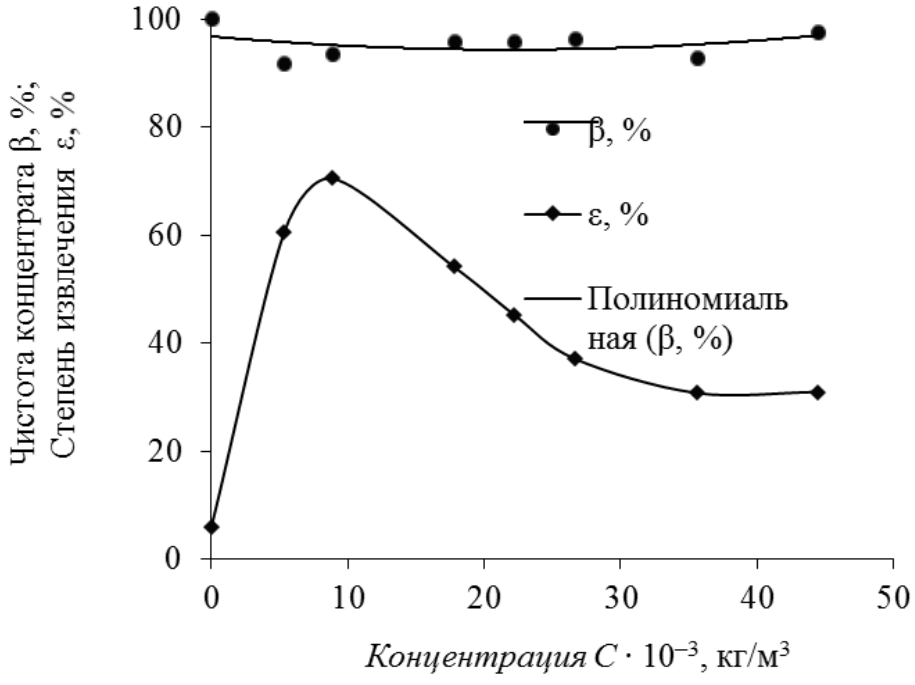


Рис. 2. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от концентрации синтанола при расходе воздуха 0,062 м^3/(мин·м^2)

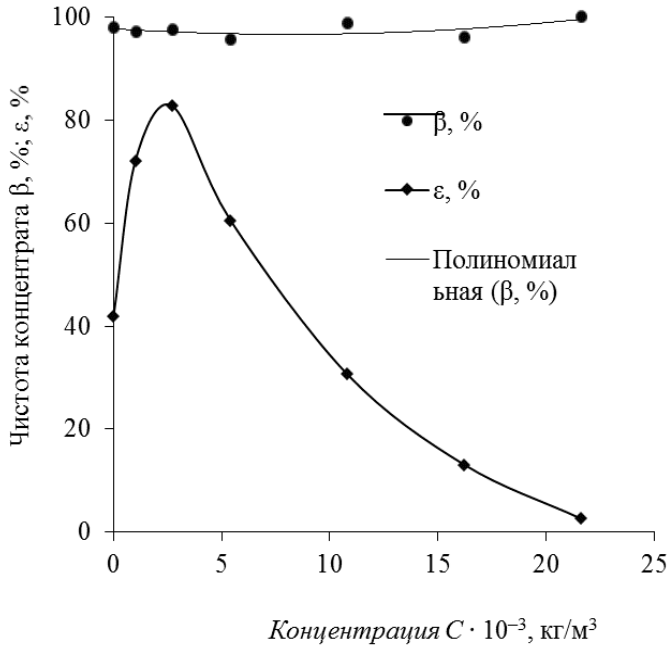


Рис. 3. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от концентрации смеси ПАВ при расходе воздуха 0,104 м^3/(мин·м^2)

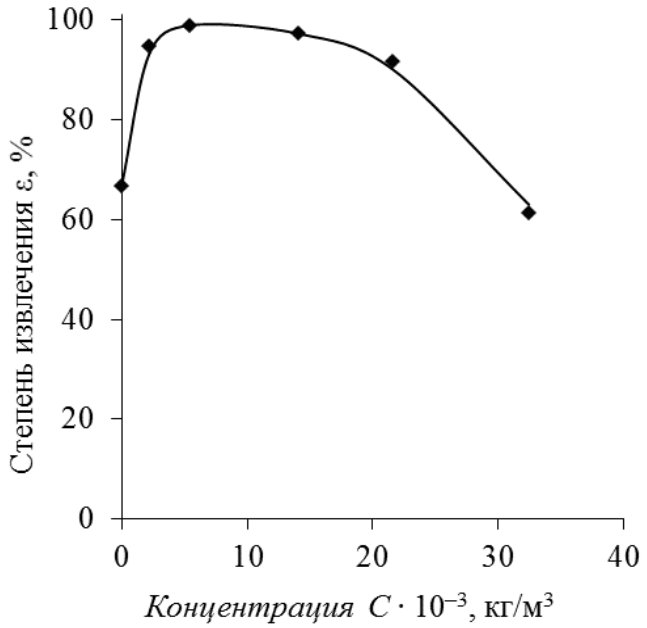


Рис. 4. Зависимости извлечения ПС от концентрации смеси ПАВ при расходе воздуха 0,072 м^3/(мин·м^2)

Как видно из рисунков 1–4 извлечение имеет максимум при некоторой концентрации ПАВ, а именно: около 10^{-2} кг/м^3 для АБС при использовании сульфанола и синтанола; менее $3 \cdot 10^{-3}$ кг/м^3 для АБС при использовании смеси ПАВ; $5{,}41 \cdot 10^{-3}$ кг/м^3 для ПС при использовании смеси ПАВ.

Наличие максимума извлечения флотируемого компонента ε на рисунках 1–4 позволяет говорить о закономерности влияния концентрации ПАВ на извлечения флотируемого компонента. Это может быть объяснено таким же характером зависимости пенообразующей способности от концентрации ПАВ. При концентрации большей, чем максимальная, пенообразование снижается из-за затруднения диффузии ПАВ в поверхностный слой [12]. Однако пенообразующая способность ПАВ не является определяющей в данном случае, поскольку, как видно из рисунков, значение концентрации ПАВ, при котором достигается максимальное извлечение флотируемого компонента, зависит от типа полимера и ПАВ.

Положительной особенностью является то, что максимальное извлечение полимеров достигается при довольно низкой концентрации ПАВ [13,14]. Причем смесь ПАВ при меньших концентрациях позволяет достичь большего извлечения флотируемого компонента, что таким же образом отражается и на пенообразующей способности [15].

Таким образом, для разделения отходов пластмасс (полиамида, акрилонитрилбутадиенстирола и полистирола) предложен флотационный способ. С использованием указанного способа изучено влияние концентрации поверхностно-активных веществ, в качестве которых использовались синтанол, сульфанол и смесь ПАВ, содержащей лауретсульфат натрия и диэтаноламид. Отмечено, что максимальное извлечение флотируемого компонента, зависит от типа полимера и ПАВ. Положительной особенностью является то, что максимальное извлечение полимеров достигается при довольно низкой концентрации ПАВ. Смесь ПАВ при меньших концентрациях позволяет достичь большего извлечения флотируемого компонента при меньшей пенообразующей способности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Пономарева, В. Т. Использование пластмассовых отходов за рубежом / В. Т. Пономарева, Н. Н. Лихачева, З. А. Ткачик // Пласт. массы. – 2002. – № 5. – С. 44–48.

[2] Вторичная переработка пластмасс: структура и свойства, добавки, оборудование, применение : сборник / ред. Ф. Ла Мантия ; пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб. : Профессия [и др.], 2006. – 397 с.

[3] Утилизация полимерной тары и упаковки : учеб. пособие / А. С. Клинков [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 62 с.

[4] Мануленко, А. Ф. Рециклинг пластмасс: учеб.-метод. пособие / А. Ф. Мануленко, В. В. Яценко. – Минск Белорус. гос. технол. ун-т, 2013. – 130 с.

[5] Вторичное использование полимерных материалов : сб. ст. / под ред. Е. Г. Любешкиной. – М. : Химия, 1985. – 192 с.

[6] Способ флотационного разделения смеси измельченных пластмасс : заявка BY 20150142 / Е. В. Опимах, А. Э. Левданский, Д. И. Чиркун, Д. Г. Калишук, Н. П. Саевич. – Опубл. 12.03.2015.

[7] Е. В. Опимах, А. Э. Левданский. Флотационное разделение смеси полимеров // Химическая технология и техника : тез. докл. 77-й науч.-техн. конф. проф.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов, Минск, 4–9 февр. 2013 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2013. – С. 34.

[8] Волков, В. А. Поверхностно-активные вещества. Синтез и свойства / В. А. Волков. – М. : Легпромбытиздат, 1985. – 354 с.

[9] Поверхностно-активные вещества и композиции: справочник / под ред. М. Ю. Плетнева. – М. : Клавель, 2002. – 768 с.

[10] Катионоактивные ПАВ – эффективные ингибиторы в технологических процессах нефтегазовой промышленности / Н. А. Петров [и др.] ; под общ. ред. Ф. А. Агзамова. – СПб. : Недра, 2004. – 408 с.

[11] Абрамов, А. А. Флотационные методы обогащения: учебник / А. А. Абрамов. – М. : Недра, 1984. – 383 с.

[12] Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии: поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – Изд. 3-е, стер., испр. – М. : Альянс, 2004. – 462 с.

[13] Е. В. Опимах, А. Э. Левданский. Исследование флотации полистирола и полибутилентерефталата // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26–28 нояб. 2014 г. : в 2 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2014. – Ч. 1. – С. 154–158.

[14] Е. В. Опимах, А. Э. Левданский. Флотационное разделение смеси полимеров // Химическая технология и техника: тез. докл. 77-й науч.-техн. конф. проф.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов, Минск, 4–9 февр. 2013 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2013. – С. 34.

[15] Поверхностно-активные вещества: справочник / А. А. Абрамзон [и др.]; под ред. А. А. Абрамзона, Г. М. Гаевого. – Л.: Химия, 1979. – 376 с.

Левданский А., Опимах Е., Волненко А., Жумадуллаев Д.

Ұсақталған пластмассаларды флотациялық бөлу процесіне беттік-белсенді заттар концентрациясының әсерін зерттеу

Пластмасса қалдықтарын бөлу үшін (полиамид, акрилонитрилбутадиенстирол және полистирол) флотациялық әдіс ұсынылған. Көрсетілген тәсілді пайдалана отырып, құрамында натрий лауретсульфаты және диэтаноламид бар синтанол, сульфанол және беттік-белсенді заттар қоспасы (ББЗ) концентрациясының әсері зерттелді. Флотацияланатын компонентті барынша алу полимер мен ББЗ түріне байланысты екендігі атап өтілді. Полимерлерді барынша бөліп алу ББЗ-ның өте төмен концентрациясы кезінде қол жеткізуі оң ерекшелік болып табылады. ББЗ қоспасы аз концентрацияларда флотацияланатын компонентті аз көбікті құрау қабілеті кезінде көбірек алуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: флотация, пластмасса қалдықтары, беттік-белсенді заттар, концентрация, дымқылданғыштық, газ көпіршіктері.

УДК 537.311.322

[1*]E. Shabdan, [1]K.K. Dykhanbayev, [1]Zhang Jing, [2]B. Zhumabay, [1]K. S. Sekerbaev, [1]E. T. Taurbaev, [1]Sh.B. Baiganatova, [1]I. S. Tleubayeva

([1]Al-Farabi Kazkah National University, *e-mail: yerkin.shabdan@kaznu.kz,
[2] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

CREATING A NON-STOICHIOMETRIC DISPERSED COATING BASED ON NICKEL OXIDE (NiO_X)

Abstract. This paper discusses methods for producing a nickel oxide (NiO_x) fine-dispersion coating for a buffer coating between a transparent conductive indium tin oxide (ITO) layer and a methyl ammonium-based perovskite material in order to bind the lattice parameters of the corresponding layers. Here are studied the optical, combinational scattering spectra, X-ray structural and electrical properties of the NiOx film, first obtained. The spectrum analysis of the range of Raman spectra, the analysis of absorption, light spectrum, and reflection coefficient were created. The X-ray diffraction analysis showed the conjugation of the grid values by the angle of Brag.

Keywords: nickel oxide, perovskite, Bregg angle-2θ, Raman spectrum, X-ray diffraction analysis, resistance layer.

[1*]Е. Шабдан, [1]К.К. Диханбаев, [1]Чжан Цзин, [2]Б. Жумабай, [1]К. С.Секербаев, [1]Е. Т.Таурбаев, [1]Ш.Б. Байганатова, [1]И. С. Тлеубаева

([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, *e-mail: yerkin.shabdan@kaznu.kz,
[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,)

СОЗДАНИЕ НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО ДИСПЕРСНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА НИКЕЛЯ (NiO_X)

Аннотация. В данной работе рассматриваются способы получения мелкодисперционного покрытия оксида никеля (NiO_x) для буфферного покрытия между празрачно-проводящим слоем индий-станнум оксида (ITO) и перовскитным материалом на основе метиламмония, для того чтобы, связать параметры решетки соответствующих слоев. Частицы черного оксида никеля были получены на основе реактива $Ni(NO_3)_2$ с последующим разложением ее в гидроокись никеля $Ni(OH)_2$, которым является продуктом для получения нестехиометрического NiO_x. Здесь исследуются прежде всего оптические, спектры комбинационного рассеяния, рентгеноструктурные и электрические свойства полученной пленки NiO_x. В частности, были показаны, что отжиг структуры до 300°C приводить к увеличению амплитуду Рамановского спектра на волновой числе при 500 $см^{-1}$ и расширение спектра в диапазоне волнового числа от 300 $см^{-1}$ до 600 $см^{-1}$. Резкий подъем кривой в спектрах поглощения и пропускания света коротковолновой области указывает на прямозонность пленки NiO_x. Коэффициент отражения в широком интервале длин волн составляет порядка 7-8%. Измерено морфология пленки NiO_x в сканирующем электронном микроскопе. Измерения рентгенно-дифракционного анализа показали, что Брэговские пики в NiO_x хорошо согласуется с кубической решеткой. Слоевое сопротивление пленки оценивалось измерением линейной вольтамперной характеристики (ВАХ) и сравнивалось с кривой характеристики ВАХ введенной примеси серебра в пленки NiO_x.

Ключевые слова: оксид никеля, перовскит, Рамановский спектр, рентгенно-дифракционный анализ, Бреговский угол-2θ, слоевое сопротивления.

Введение

Одним из важных элементов в конструкции органических оптоэлектронных устройств является активный слой переноса носителей заряда между электродом и органическим активным материалом. Если в качестве нижнего перехода использовать слой дырочной проводимости, то к нему должна соответствовать высокая электрическая проводимость, подвижность и оптическая прозрачность.

В ранних работах [1,2,3] для таких покрытий был использован перовскитный материал поли 3,4-этилендиокситиофен и поли стирол-сульфонат типа PEDOT: PSS в традиционной органической оптоэлектронике. Однако применение дырочного перехода данного покрытия имеет недостатки, в частности нестабильность и деградация в окружающей среде, содержащий кислые компоненты. В качестве альтернативного покрытия отмечают тугоплавкие материалы, такие как MoO [4], V_2O_5 [5], но все же эффективным и недорогим дырочно-транспортным покрытием является никель оксид на основе NiO_x–недоокисленного оксида никеля, как более доступного высокотранспортного слоя для перовскитных материалов.

Пленки NiO_x осаждают различными методами, например методом термического распыления, электроосаждения, атомного слоя осаждения и методом импульсного лазера. Однако эти физические методы дорогие, требуются дорогостоящие оборудования, высокий вакуум и высокая температура. Большинство авторов [6,7] для осаждения NiO_x использовали метод синтеза прекурсора в никелевых растворах $Ni(NO_3)_2$, NiO и другие и отжигают при высокой температуре (более 300°C).

В данной работе наночастицы оксида никеля были получены методом коллоидных дисперсий нанокристаллического нестехиометрического NiO_x, требующего очень мягкого отжига, следовательно, коллоидные дисперсии этих частиц были использованы в качестве прекурсора для обработки растворов дырочных транспортных слоев NiO_x для органических оптоэлектронных приборов. В этой работе покажем, что осажденные поверхностные химические осадки являются надежным и простым методом для подготовки пленки NiO_x с наночастицами и функционируют как эффективные дырочные носители в широком диапазоне температур от 150°C до 270°C.

Методика эксперимента

В начале были подготовлены соответствующие химические компоненты для получения коллоидных микрочастиц никеля на основе соли азотнокислого никеля $Ni(NO_3)_2$. Раствор подготавливался следующим образом: 1 мМ соли $Ni(NO_3)_2$ растворили в 2 мл деионизованной воде и тщательно перемешивали, затем отдельно подготовили раствор гидроокиси калия, в частности 3% КОН растворили в 100 мл деионизованной воде. После этого зеленый раствор соли никеля три раза промывали в растворе 3% КОН для того чтобы получить гидроокись никеля- $Ni(OH)_2$, полученный темно-зеленый продукт высушивался и прокаливался при температуре 210°C в течение 2 часов на воздухе, в результате разложения $Ni(OH)_2$ получили темно-черные наночастицы нестехиометрического NiO_x.

Часть полученной наночастицы оставили на контроль, а другую часть отфильтровывали с помощью фильтровальной бумаги, таким образом в синтезированный водный раствор наночастицы оксидного никеля поместили образец кварцевого стекла для процеживания частицы NiO_x на поверхности стекла в течение 10 часов. Затем влажные процеженные на стекле наночастицы были обработаны на установке центрифугирования со скоростью 2000 об/мин 10 с. В результате на поверхности кварцевого стекла был осажден тонкий слой оксида никеля темно-коричневого цвета.

Морфологию полученного покрытия NiO_x измерили с помощью СЭМ сканирующего электронного микроскопа типа NANOEDUCATOR II, также были измерены поперечные сечения полученных образцов. Спектры фотолюминесценции в диапазоне длины волны 300-1100 нм измерены на установке Cary Eclipse Fluorescence Spectrophotometer. А также проведены измерения спектров рентгеновских диффракции на установке «дифрактометр».

Измерены спектры комбинационного рассеяния света слоя NiO_x на Романовском спектрофотометре «Spectrum» в области волнового числа 300-2000 $см^{-1}$. Также был измерен рентгенофазовый анализ элементного состава наночастицы NiO_x.

Обсуждение результатов

На рисунке 1 показаны Рамановские спектры пленки оксида никеля отснятого в интервале волновых чисел от 100 $см^{-1}$ до 3000 $см^{-1}$.

Основная полоса рассеяния света в NiO_x расположена в интервале 300 $см^{-1}$ - 600 $см^{-1}$ с максимумом 500 $см^{-1}$, данная полоса совпадает упомянутого в работе [8]. Расширение полосы Романовского спектра с увеличением половины максимума полной ширины указывает на аморфную и пористую структуры пленки NiO_x.

В некоторых линиях обнаруживаются небольшие пики принадлежащие группе NiO_3 двуоксида никеля, а также пики на линии 3200 $см^{-1}$ указывают присутствие остатка O-H группы, вследствие травления в растворе КОН и последующей обработке наночастицы в деионизованной воде.

После отжига при температуре 300 C° линия 3200 $см^{-1}$ исчезла (Рисунок 2), пики при 1000 $см^{-1}$ и 1550 $см^{-1}$ связанные с растяжением Ni-O незначительно выросли, кроме того амплитуда интенсивности основного пика при 500 $см^{-1}$ увеличилась от 700 до 880 (относительной единицы). Из Рамановского спектра следует, что широкая полоса спектра рассеяния позволяет увеличению пористости структуры металлоксидной пленки NiO_x, вследствие этого в нем появляется возможность повышения дырочной подвижности носителей заряда.

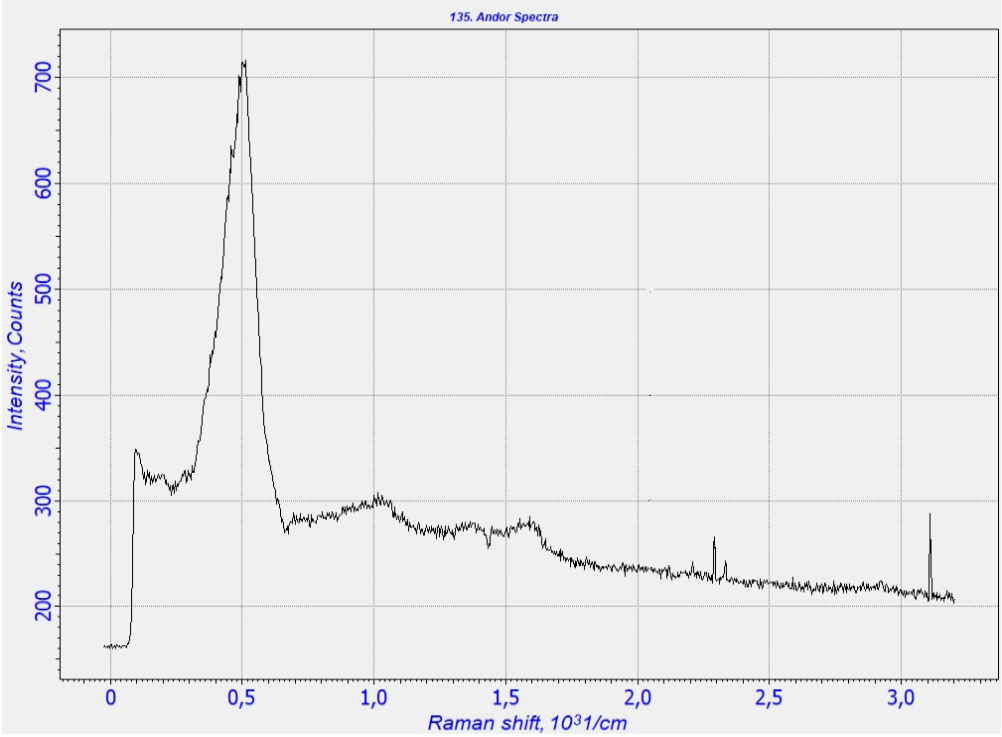


Рис. 1. Рамановский спектр структуры NiO_x без отжига

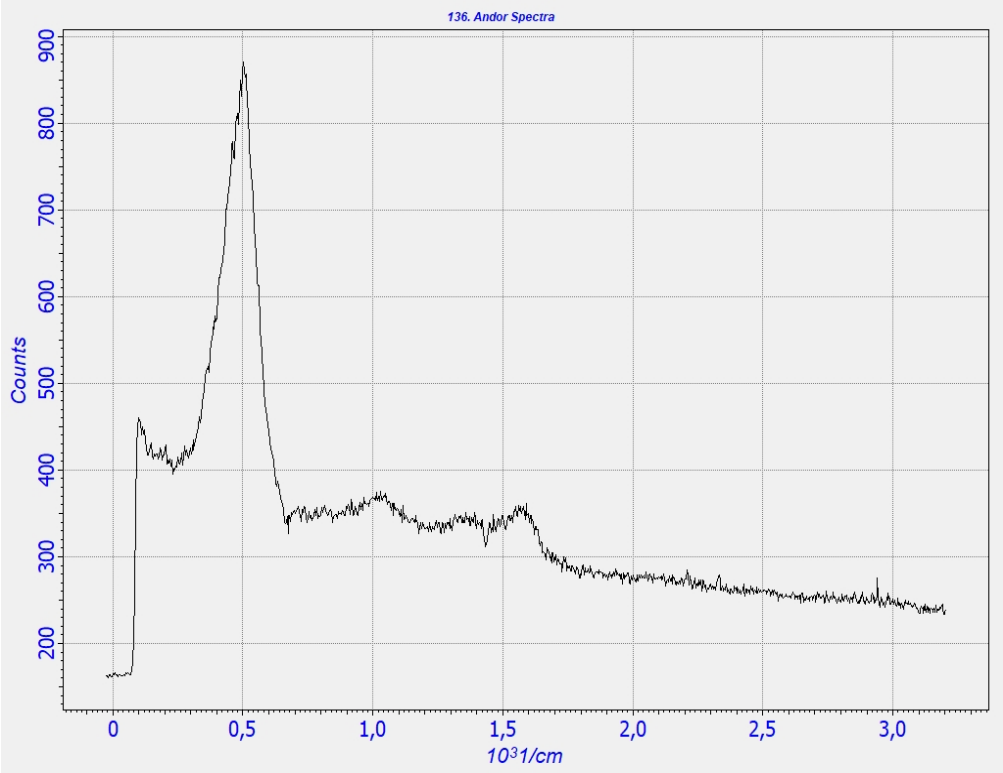


Рис. 2. Рамановский спектр с отжигом

Таким образом, полученная структура пористого NiO_x могут обеспечивать эффективность транспорта носителей при создании планарной структуры солнечных элементов и светоизлучающих диодов. В следующем рисунке 3 показана морфология структуры NiO_x, измеренного с помощью оптического электронного микроскопа.

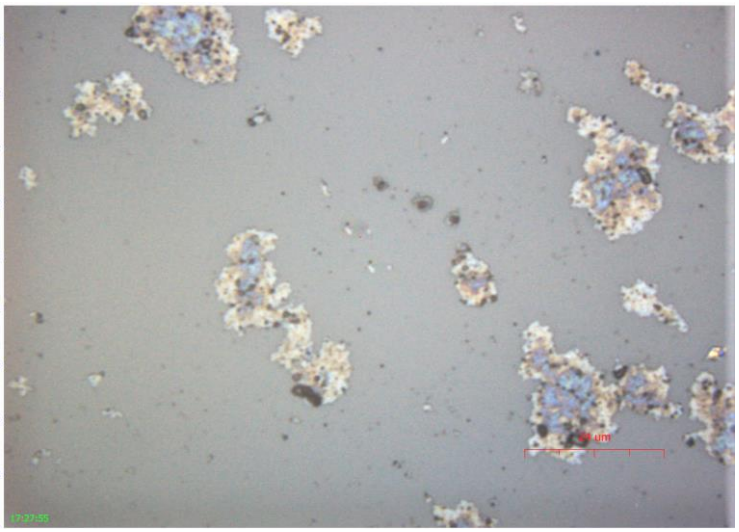


Рис. 3. Морфология структуры NiO_x отснятого в оптическом электронном микроскопе

Из структуры СЭМ видно, на поверхности стекла образуется скопление частицы оксида никеля и появляется неоднородность осажденных пленок похожие описанного в работе [9], где показаны аналогичные морфология оксида никеля отснятые на СЭМ, несмотря на это неупорядочная структура NiO_x представляет собой пористую систему.

Были измерены следующие оптические свойства стехиометрического NiOx; спектры поглощения света, спектры отражения и пропускания света в диапазоне длин волн от 200 до 1100 нм. На нижнем рисунке 4 показан коэффициент поглощения пленки NiO_x, видно, что, в широком диапазоне длин волн от 400 до 1100 нм, поглощения составляет порядка от 20- 25%, в коротковолновой области поглощения резко повышается, вследствие поглощения коротких волн в наноструктурах оксида никеля.

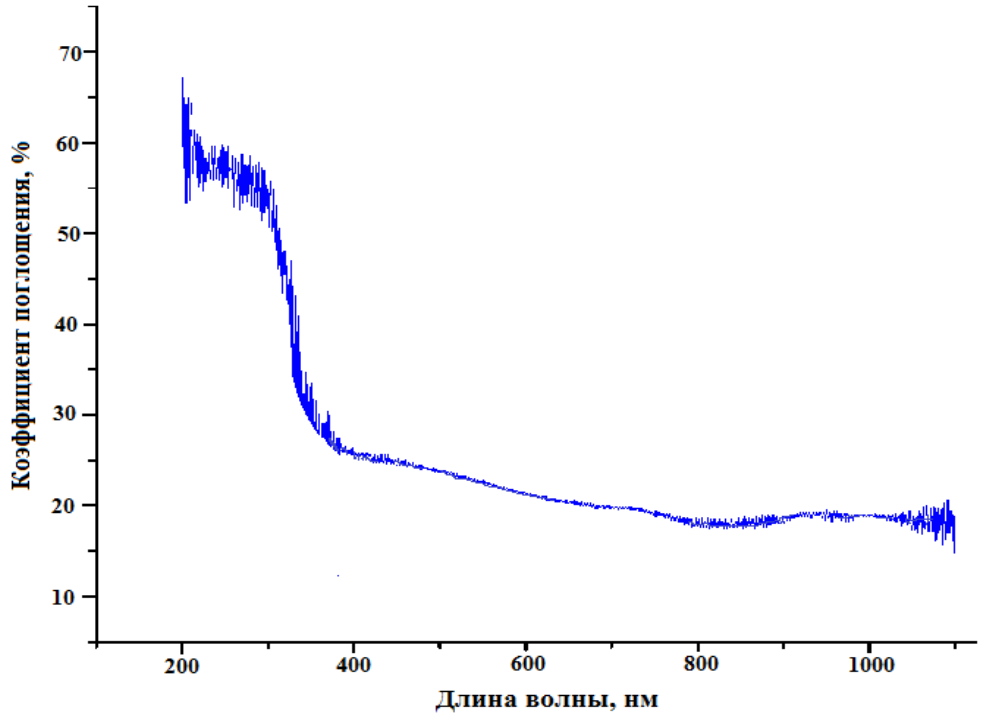


Рис. 4. Спектр поглощения пленки оксида никеля

В следующем рисунке (Рисунок 5) показаны спектры пропускания (1) и отражения (2) света в интервале длин волн от 200 до 1100 нм.

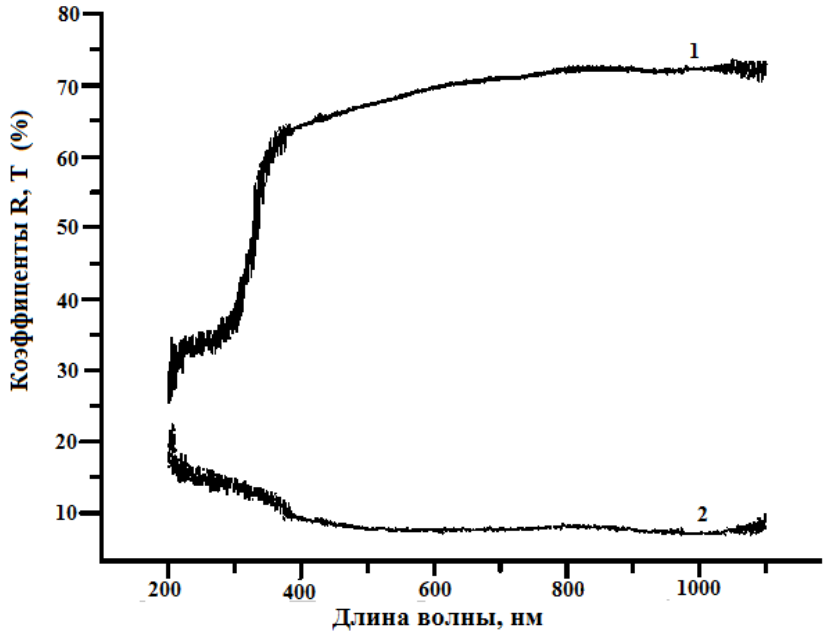


Рис. 5. Спектр пропускания (1) и отражения (2) света NiO_x

Для нижней кривой 2, коэффициент отражения пленки NiO_x отражения составляет 7-8%. Незначительный рост наблюдается в коротковолновой области. Верхняя кривая 1 соответствует спектру пропускания света, где в широком диапазоне волн от 400 до 1100 нм показывается медленный рост коэффициента пропускания света от 70% до 75%. Резкий подъем кривой в спектрах поглощения и пропускания света коротковолновой области указывает на прямозонность пленки NiO_x.

Был измерен рентгенодифракционный анализ полученной пленки т.е зависимость между интенсивностью спектра рентгеновского луча от Бреговского угла-2θ показано на рисунке 6.

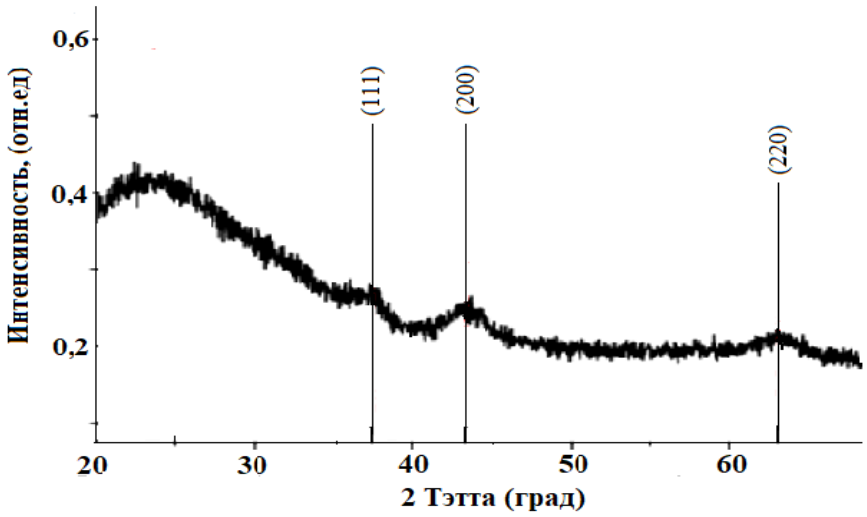


Рис. 6. Рентгенно дифракционный анализ структуры NiO_x

Основные пики рентгенограммы измерены с использованием дифрактометра РАН с источником излучения Cu-K_a (λ=0,1541нм) при мощности 45 кВ, током 40 мА. Из РДА (рентгено дифракционного анализа) были обнаружены следующие пики 2θ ~ 37°, 43° и 64°, соответственно кристаллографические решетки для каждого 2θ угла (111), (200), и (220). Как показано из рисунка, пики Брэгга в NiO_x осажденного на кварцевом стекле хорошо сочетаются с кубической решеткой.

Отсняты вольтамперная зависимость (ВАХ) пленки NiO_x, для этого на поверхность пленки были нанесены два точечных серебренных контактов с помощью жидкого компаунда типа «аквадаг», кривые U-I характеристики были измерены на характериографе Л2-56.

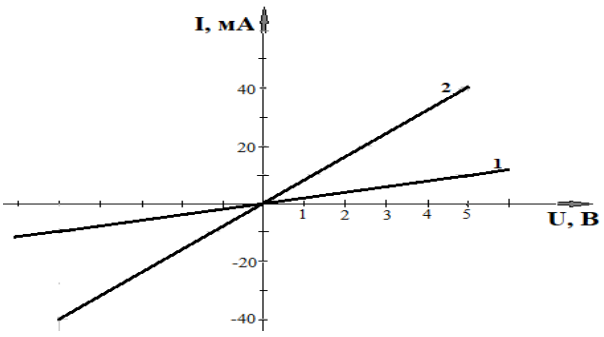


Рис. 7. U-I характеристика 1-пленки NiO_x, 2- NiO_x: Ag

На рисунке 7 (кривой 1), показано (ВАХ) чистой пленки NiO_x без примеси, видно, что тангенс угла кривой наименьшее, поэтому слоевое сопротивление пленки больше. Структуру NiO_x дополнительно подлегировали серебром в растворе 1% добавленного в водный раствор наночастицы оксида никеля и после нанесения омического контакта были измерены вновь вольтамперные характеристики. Из рисунка 7 (кривой 2) видно, что сопротивление пленки после внедрение серебро заметно уменьшилось.

Заключение

Определена методика осаждение нестехиометрического покрытия оксида никеля (NiO_x) на поверхность кварцевого стекла из раствора $Ni(OH)_2$ с последующим отжигом наночастиц до темного порошка при 300°С. Расширение полосы Романовского спектра с увеличением половины максимума полной ширины указывает на аморфную и пористую структуры пленки NiO_x. Из Рамановского спектра следует, что широкая полоса спектра рассеяния позволяет увеличению пористости структуры металлоксидной пленки NiO_x, вследствие этого в нем появляется возможность повышения дырочной подвижности носителей заряда, соответствует спектру пропускания света, где в широком диапазоне волн от 400 до 1100 нм показывается медленный рост коэффициента пропускания света от 70% до 75%.Измерения рентгенно-дифракционного анализа показали, что Брэговские пики в NiO_x хорошо согласуется с кубической решеткой. Слоевое сопротивление пленки оценивалось измерением линейной вольтамперной характеристики (ВАХ) и сравнивалось с кривой характеристики ВАХ введенной примеси серебра в пленки NiO_x.

Работа была поддержана Министерством Образования и Науки Республики Казахстан, номер гранта AP05130083.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Kim, J. H.; Liang, P. W.; Williams, S. T.; Cho, N.; Chueh, C. C.; Glaz, M. S.; Ginger, D. S.; Jen, A. K. Y. High-Performance and Environmentally Stable Planar Heterojunction Perovskite Solar Cells Based on a Solution-Processed Copper-Doped Nickel Oxide Hole-Transporting Layer // Adv. Mater. – 2015. − No27. − P. 695−701.

[2]. Jiang, F.; Choy, W. C. H.; Li, X.; Zhang, D.; Cheng, J. Post-Treatment-Free Solution-Processed Non-Stoichiometric NiOx Nanoparticles for Efficient Hole-Transport Layers of Organic Optoelectronic Devices //Adv. Mater. – 2015. − No27. − P. 2930−2937.

[3]. Yin, X.; Que, M.; Xing, Y.; Que, W. High Efficiency Hysteresis-Less Inverted Planar Heterojunction Perovskite Solar Cells with a Solution-Derived NiOx Hole Contact Layer. J. // Mater. Chem. A. – 2015. − No 3. − P. 24495−24503.

[4]. Park, C.; Kim, J.; Lee, K.; Oh, S. K.; Kang, H. J.; Park, N. S. Electronic, Optical and Electrical Properties of Nickel Oxide Thin Films Grown by RF Magnetron Sputtering // Appl. Sci. Converg. Technol. – 2015. − No24. − P.72−76.

[5]. Wang, K. C.; Jeng, J. Y.; Shen, P. S.; Chang, Y. C.; Diau, E. W.G.; Tsai, C.-H.; Chao, T. Y.; Hsu, H. C.; Lin, P. Y.; Chen, P. p-type Mesoscopic Nickel Oxide/Organometallic Perovskite Heterojunction Solar Cells // Sci. Rep. – 2014. − No4. − P. 4756.

[6]. Zhu, Z.; Bai, Y.; Zhang, T.; Liu, Z.; Long, X.; Wei, Z.; Wang, Z.; Zhang, L.; Wang, J.; Yan, F.; Yang, S. High-Performance Hole- Extraction Layer of Sol−Gel-Processed NiO Nanocrystals for Inverted Planar Perovskite Solar Cells // Angew. Chem., Int. Ed. – 2014. − No53. − P. 12571−12575.

[7]. Malinkiewicz, O.; Yella, A.; Lee, Y. H.; Espallargas, G. M.; Graetzel, M.; Nazeeruddin, M. K.; Bolink, H. J. Perovskite Solar Cells Employing Organic Charge-Transport Layers // Nat. Photonics. – 2013. − No8. − P. 128−132.

[8]. Lu, H.; Zhang, D.; Ren, X.; Liu, J.; Choy, W. C. H. Selective Growth and Integration of Silver Nanoparticles

on Silver Nanowires at Room Conditions for Transparent Nano-Network Electrode // ACS Nano. – 2014. − No8. − P. 10980−10987.

[9]. Chueh, C. C.; Li, C. Z.; Jen, A. K. Y. Recent Progress and Perspective in Solution-Processed Interfacial Materials for Efficient and Stable Polymer and Organometal Perovskite Solar Cells // Energy Environ. Sci. – 2015. − No8. − P. 1160−1189.

Шабдан Е., Диханбаев Қ.К., Чжан Цзин, Жумабай Б., Секербаев Қ. С.,
Таурбаев Е. Т., Байганатова Ш.Б., Тлеубаева И. С.

Никель тотығы (NiO_x) негізіндегі стехиометриалық емес дисперсті жабқышты құрастыру

Түйіндеме. Бұл жұмыста уақ дисперсияланған никел тотығы(NiO_x) жапқышын алу әдісі қарастырылған, мөлдір жарық және электр өткізгіш индий-қалайы тотығымен(ITO) метиламмоний перовскитті материлаы арасында буфферлі жапқыш ретінде қолданады, яғни олардың арасындағы сәйкес торлық параметрлерін байланыстыру болып табылады. Мұнда ең әуелі алынған NiO_x пленкасының оптикалық, комбинациялық шашырау спектрлері, рентгенқұрылымдық және электрлік қасиеттері зерттелді. Жасалған құрылымының Раман спектрінің диапазонында спектр талдау, Жұтылу, жарық өткізіу спектрлерінің талдауы және шағылысу коэффициенті құрылған. Рентген-диффракциялық талдауда Брэг бұрыштары арқылы тордың мәндерінің сәйкестігі талқыланып көрсетілді.

Түйінді сөздер: никель тотығы, перовскит, брэгтік бұрыш-2θ, Раман спектрі, рентген дифракциялық анализ, қабаттық кедергі.

УДК [546.47+546.815]: 631.445.51(574.41)

K.O. Sharipov[1], A.A. Batyrbayeva[2*], L.R. Sassykova[2], Y.A. Aubakirov[2], R.N. Azhigulova[2]
([1]Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan
[2]al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: batyrbaeva_aigul@mail.ru)

ANTHROPOGENIC TOXICANTS OF THE LAND AND VEGETATION OF THE FORMER SEMIPALATINSK NUCLEAR TEST SITE

Abstract. The paper describes the results of studies on the content of soil macro- and microelements and vegetation of the East Kazakhstan region (Kazakhstan). It was established that the trace element composition of soils and plants on the landfill site for some trace elements differed significantly from the literature data of soils from other regions. Studies have shown fairly high values of copper, zinc, and manganese. The soils of the Abralinsky district contained copper, zinc and manganese slightly less compared to the soils of other regions. In the mountain range Degelen copper contained about 10 times higher than in the soils of other regions and 8.5 times higher than the MPC, and the content of zinc and manganese differed slightly. The soils of the Atomic Lake and the Experimental Field were characterized by a very high lead content of manganese, zinc and copper. The authors also compare the patterns of accumulation of heavy metals under different growing conditions of plants and the bioavailability of elements. It has been shown that the accumulation of heavy metals depends on the type of soil: the same type of plant contains different amounts of heavy metals in the transition from one type of soil to another. It was revealed that in the case of zinc, a basipetal distribution is characteristic of the morphological organs of plants, whereas in the case of copper and manganese, acropetal is characteristic.

Key words: Toxicants, landfill, ecology, heavy metals, biogenic migration, accumulation, Botanical families, biological absorption coefficient.

К.О. Шарипов[1], А.А. Батырбаева[2*], Л.Р.Сасыкова[2], Е.А.Аубакиров[2], Р.Н.Ажигулова[2]
([1]Казахский Национальный Медицинский Университет им.С.Д.Асфендиярова
[2]Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Казахстан, Алматы
E-mail: batyrbaeva_aigul@mail.ru)

АНТРОПОГЕННЫЕ ТОКСИКАНТЫ ЗЕМЕЛЬ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА

Резюме. В работе описаны результаты исследований содержания макро- и микроэлементов почвы и растительностью Восточно-Казахстанской области (Казахстан). Установлено, что микроэлементный состав почв и растений на территории полигона по некоторым микроэлементам значительно отличался от литературных данных для почв других регионов. Исследования показали довольно высокие значения меди,

цинка и марганца. Почвы Абралинского района содержали медь, цинк и марганец немного меньше по сравнению с почвами других регионов. В горном массиве Дегелен меди содержалось приблизительно в 10 раз выше, чем в почвах других регионов и в 8,5 раз превышало ПДК, а содержание цинка и марганца отличались незначительно. Почвы Атомного озера и Опытного поля характеризовались очень высоким содержанием свинца марганца, цинка и меди. Авторы также, сравнивают закономерности накопления тяжелых металлов при различных условиях произрастания растений и биодоступности элементов. При этом показано, что накопление тяжелых металлов зависит от типа почвы: один и тот же вид растений содержит разные количества тяжелых металлов при переходе от одного типа почвы к другому типу. Выявлено, что в случае цинка характерно базипетальное распределение по морфологическим органам растений, тогда как в случае меди и марганца - акропетальное.

Ключевые слова: Токсиканты, полигон, экология, тяжелые металлы, биогенная миграция, аккумуляция, ботанические семейства, коэффициент биологического поглощения.

Введение

Антропогенное воздействие человека на биосферу в настоящее время носит глобальный характер, в связи с чем весьма актуальными стали вопросы локального, регионального и глобального рассеяния и поступления в биосферу многих токсичных при высокой концентрации веществ, в том числе тяжелых металлов. Все возрастающий «металлический пресс» на биосферу становится постоянно действующим экологическим фактором.

Большой интерес в этом отношении представляет исследуемая территория, в которую вошли земли бывшего испытательного ядерного полигона, а также земли заповедной зоны музея-заповедника имени Абая.

Семипалатинский испытательный ядерный полигон (СИЯП) имеет особый статус, связанный с проведением на этих территориях воздушных, наземных, подземных взрывов, которые вызвали колоссальное загрязнение территории полигона. Большинство территории используются в качестве пастбищ для скота. Экологическое состояние данных территорий требует тщательного анализа. В настоящее время не вызывает сомнения актуальность изучения воздействия ионизирующих излучений на природные компоненты внешней среды и важной роли радиационного фактора в период освоения данных территорий. Радионуклиды мигрируют в растения, главным образом, из почвы через корневую систему. В основном, это радионуклиды, которые растворяются в воде: стронций-90, йод-131, барий-140, цезий-137, церий-144. В организм животных эти нуклиды попадают с водой и растительной пищей, а в организм человека с растительными и мясомолочными продуктами, с вдыхаемым воздухом и питьевой водой. Четко прослеживается миграция радионуклидов по биологической цепи: вода – почва – растение – животные – человек [1-7].

В настоящее время изучение содержания в объектах окружающей среды многих, токсичных при высокой концентрации, веществ – крупнейшая социальная и экономическая проблема. В связи с ростом техногенного воздействия человека на биосферу создалась реальная опасность отрицательных его последствий на окружающую среду. При решении практических вопросов охраны окружающей среды от антропогенного загрязнения важное место занимают сведения о фоновом содержании токсичных ингредиентов в природных объектах, в том числе растениях, конкретного региона. Наиболее приоритетными загрязнителями природной среды являются тяжелые металлы (ТМ). Это обусловлено как тенденциями развития промышленности, так и физиолого-биохимическими особенностями ТМ, их высоким уровнем токсичности и способностью к аккумуляции в живых организмах.

В связи с возрастанием объема промышленного производства особо важной и актуальной задачей является разработка научных основ контроля за содержанием ТМ в природных объектах, в том числе в растениях, представляет большой научный и практический интерес. Сведения о фоновом содержании ТМ в природных объектах исследуемой территории являются весьма ценными с практической точки зрения: дают оценку устойчивости и стабильности экосистем на предмет возможных климатических и геохимических изменений из-за глобальных и региональных антропогенных воздействий; дают возможность предположить эпидемиологические заболевания среди растений, животных, человека.

Целью данного исследования является определение регионального фонового уровня аккумуляции ТМ земель и различными видами, морфологическими органами и семействами дикорастущей растительности исследуемой территории.

Методы

Проблема ТМ в биосфере имеет два аспекта – биологический, связанный с их дефицитом как микроэлементов и экотоксикологический. В связи с этим, необходим контроль за содержанием ТМ в объектах окружающей среды различных регионов и прежде всего в растениях, являющихся основным источником большинства химических элементов для живых организмов и высокоинформативным индикатором их уровня в биосфере.

В научном подходе учитывается еще одно важное обстоятельство: стабильно-нестабильный характер элементного состава растения. На стремление живой материи сохранить в себе то, что создано предыдущими поколениями, накладывается потребность получения текущей информации об окружающей среде, чтобы должным образом реагировать на происходящие в ней изменения. Химический состав растения несет глубоко специфические черты, в результате избирательного отношения организмов к элементам содержания в почве [1-7]. В геохимической среде создаются условия избыточности или недостаточности элемента для растения. В различных геохимических условиях химический состав и обмен веществ у растения, даже у представителей одного вида, могут значительно различаться [8].

Объектами исследования явились почвы Абралинского района Восточно-Казахстанской области, прилегающего к Семипалатинскому Испытательному Ядерному Полигону и почвы испытательных площадок: горного массива Дегелен, Опытного поля и Атомного озера, а также произрастающие на них растения. Дегелен – низкогорный массив, склоны которого покрыты степной растительностью. По долинам рек встречаются заросли кустарников. В горах Дегелен до 1991 года располагалась испытательная площадка «Дегелен» СИЯП. Всего в период с 1961 по 1989 гг в горах Дегелен было проведено 215 подземных ядерных взрывов. Опытное поле - это первая испытательная площадка СИЯП, которая предназначалась для проведения атмосферных (наземных и воздушных) ядерных испытаний в период с 1949 по 1962 гг. Площадка представляет собой равнину диаметром 20 км, окруженную с трех сторон невысокими горами. Это крупномасштабный комплекс инженерно-строительных сооружений, предназначенных для проведения испытаний и регистраций параметров ядерного. Атомное озеро образовалось в результате экскавационного термоядерного взрыва мощностью 140 кт, в результате которого в месте слияния водных артерий рек Шаган и Ащису образовалась воронка, глубиной более 100 метров и диаметром 400 метров.

Растения, распространяя свою корневую систему в довольно глубокие горизонты почвы за счет биогенной аккумуляции, как бы перекачивают химические элементы из нижних горизонтов в верхние. После минерализации остатков растений в верхних горизонтах почвы аккумулируются те элементы, коэффициент биологического поглощения которых превышает единицу.

На поступление ТМ в растения влияют такие факторы, как видовые особенности растений, тип почвы, концентрация, форма нахождения ТМ, pH почвы, ее гранулометрический состав, содержание органических веществ, емкость поглощения катионов в почве, наличие техногенных источников загрязнения экосистем [9, 10].

Распределение ТМ в растении находится в свою очередь в зависимости от физиологических функций, выполняемых различными органами растения, их морфологического строения и физиологических функций, выполняемых химическими элементами.

Таким образом, существующее избирательное поглощение химических элементов растениями следует рассматривать более широко: не только как выбор нужных для метаболизма элементов, но и как противодействие поступлению ненужных. У растительного организма существует как бы несколько уровней избирательного поглощения: от менее тщательного (на границе корень – среда) к более жесткому (в наземных органах особенно на границе стебель - семя (плод). Благодаря избирательному поглощению химические элементы поступают в растение в благоприятных для жизнедеятельности пропорциях.

Растительный покров изучаемой территории отличается значительным разнообразием и типичен для степной, а отчасти пустынно-степной зоны.

На древнеаллювиальной равнине превалируют песчано-ковыльно-типчаковые растительные группировки, произрастающие на темнокаштановых малогумусных «легких» преимущественно глубоковскипающих почвах. Помимо обычных дерновинных злаков Festuca sulgata и Stipa Joannis, здесь встеречаются другие злаки Festuca beckeri, Gleistogenes squafrosa и разнотравье Taraxacum sibiricum, Artemisia scoparia, Potentilla acaulis и другие.

Были исследованы зональные типичные растения степной и пустынно-степной зоны, всего исследовано 100 проб растений, 18 видов из шести семейств.

Результаты и их обсуждение

На исследуемой территории было исследовано 47 точек, в каждой из которых отбиралось по 4-5 образцов почв. Микроэлементный состав почв был определен на спектографе ДФС-8 эмиссионным количественным методом. Выход измерялся в мг/кг сухого вещества. Содержание ТМ в растениях и их морфологических органах определяли фотоколориметрическим дитизоновым методом по прописи Г.Я. Ринькиса [9], весь аналитический материал обработан методом математического анализа [10, 11].

В отобранных пробах был исследован микроэлементный и органический (гумус) составы почв. Эти данные были сравнены с микроэлементным составом почв различных регионов мира.

По сравнению с литературными данными, почвы Семипалатинского региона характеризовались низким валовым содержанием меди, цинка, кобальта и повышенным валовым содержанием марганца по сравнению с почвами других регионов (рисунок 1).

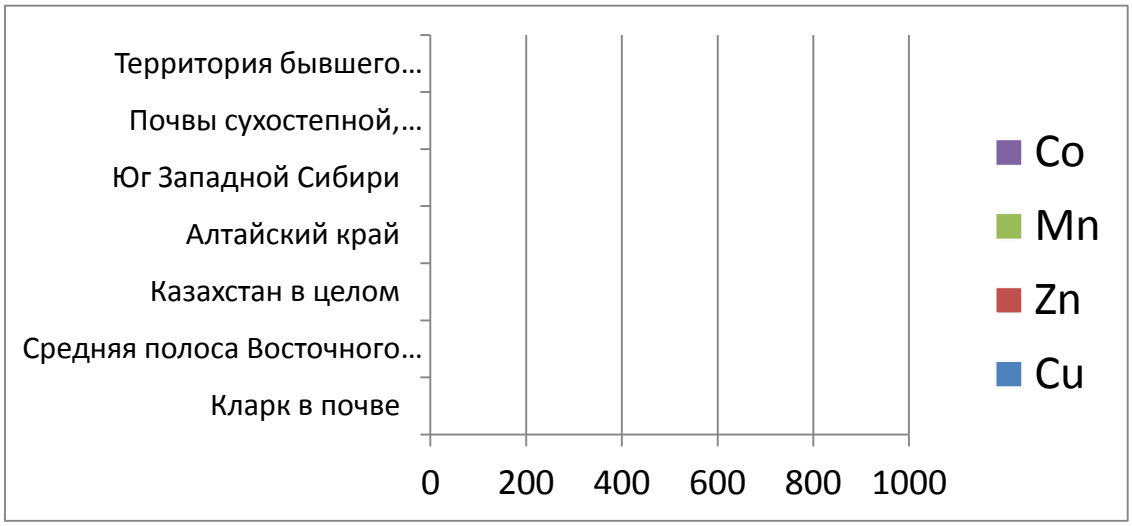


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в почвах различных регионов, мг/кг [8,9]

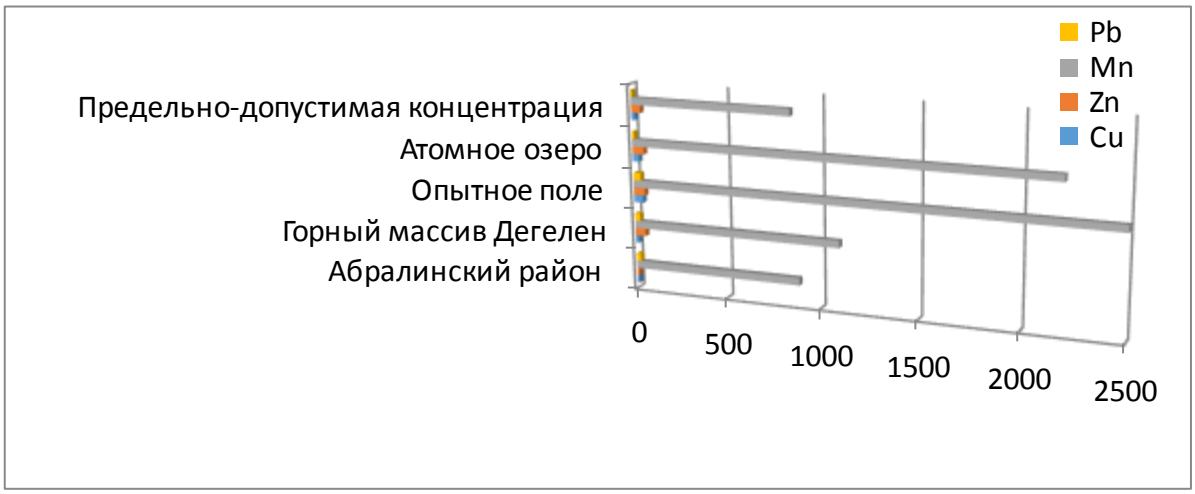


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в почвах на территории бывшего Семипалатинского полигона, мг/кг

Наши исследования (рисунок 2) показали довольно высокие значения меди, цинка и марганца. Почвы Абралинского района содержали медь, цинк и марганец немного меньше по сравнению с почвами других регионов. В горном массиве Дегелен меди содержалось приблизительно в 10 раз выше, чем в почвах других регионов и в 8,5 раз превышало ПДК, а содержание цинка и марганца

отличались незначительно. Почвы Атомного озера и Опытного поля характеризовались очень высоким содержанием марганца и превышали аналогичные показатели в почвах других регионов в 2,5-5,5 раза. Цинк в почвах Атомного озера и Опытного поля немного превышал содержание цинка в почвах других регионов – в 1,5 раза. Содержание меди в почвах Атомного озера и Опытного поля превышало содержание меди в почвах других регионов в 1,7-1,8 раза и в 2-2,6 раза соответственно. В эпицентре взрыва в почвах Опытного поля и Дегелена свинца в почве содержалось больше, чем в таких же почвах Абралинского района, что можно объяснить последствиями ядерных взрывов, проводившихся в этих районах.

Данные по экологической специфике накопления ТМ одними и теми видами растений на разных типах почв представлены в рисунке 3.

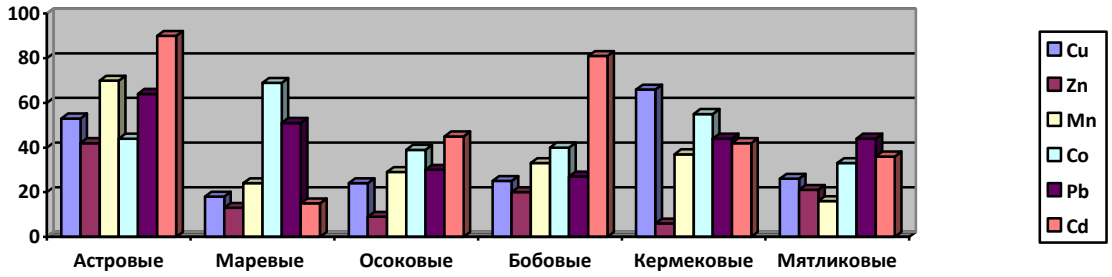


Рис. 3. Содержание ТМ в видах растений, произрастающих на различных типах почв

Как показали результаты исследований, один и тот же вид растения накапливает разные количества ТМ на разных типах почв [12, 13].

Так, например, содержание исследуемых элементов в видах растений, произрастающих на различных типах почв, изменяется: меди в 1.1 - 3.5 раза, цинка в 1.1 - 3.2 раза, марганца 1.1 – 2.5 раза, кобальта 1.1 – 2.0 раза, свинца 1.1-3.3 раза, кадмия 1.1 – 6.3 раза.

Содержание ТМ в растениях исследуемого региона зависит от их содержания в почве, от ситуации с минеральным питанием, складывающейся в конкретной почве.

Об этом свидетельствует значение КБП, позволяющего косвенно судить о степени доступности элементов в почве для растений, как правило, чем выше значение КБП, тем больше содержание элемента в растении.

Различия в накоплении ТМ одними и теми же видами на разных типах почв обусловлены как биологическими особенностями растений, так и экологическим условием – различиями в содержании и биодоступности элементов в почвах [14, 15].

Согласно полученным результатам исследований содержание ТМ в растениях исследуемых ботанических семейств распределяется в следующем порядке убывания (рисунок 4):

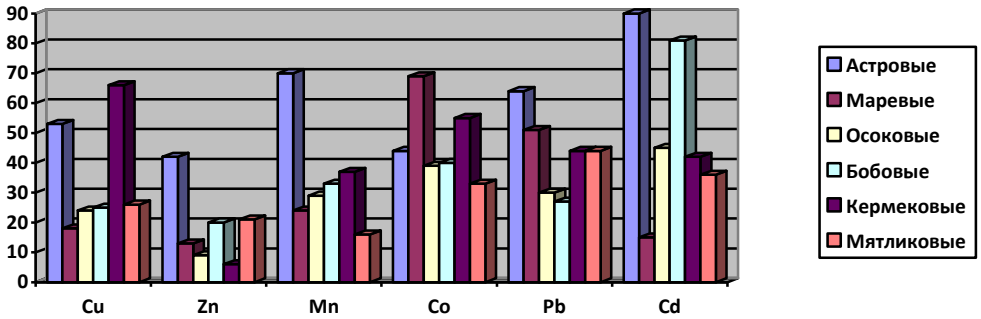


Рис. 4. Содержание тяжелых металлов в различных ботанических семействах растений исследуемой территории

Варьирование содержания ТМ в ботанических семействах растений находится в небольших пределах и составляет в среднем: медь – 35,0%, цинк – 19,0%, марганец – 34,8 %, кобальт - 46,7 %, свинец - 43,3 %, кадмий – 51,5%.

Благодаря избирательному поглощению, химические элементы поступают в растение в благоприятных для жизнедеятельности пропорциях [16-19]. Это особенно сильно проявляется в различных органах растений, где химические элементы несут свою определенную функцию.

Распределение содержания ТМ по органам растений представлено в рисунке 5.

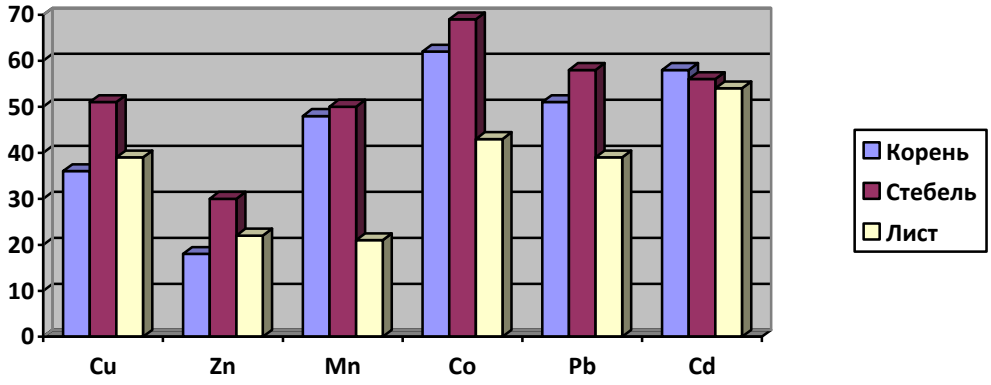
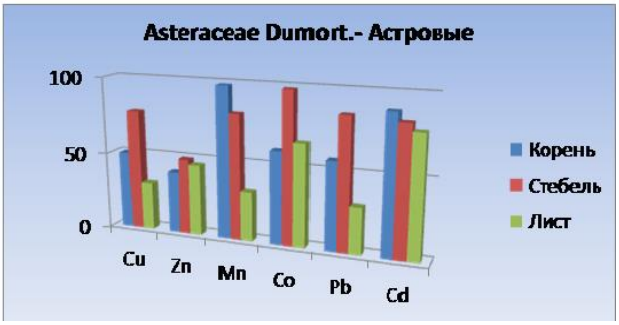
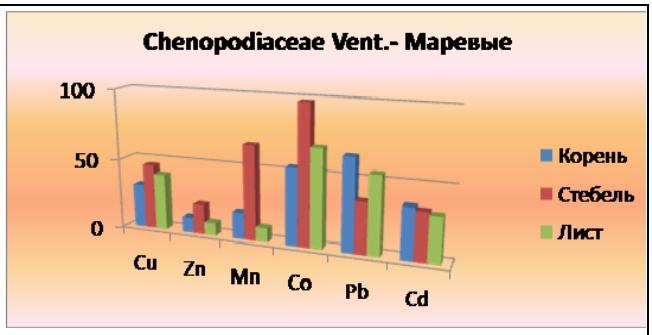


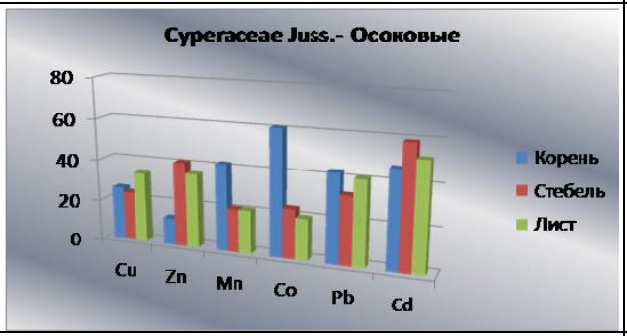
Рис. 5. Содержание тяжелых металлов в органах общей совокупности дикорастущих растений (n=100)



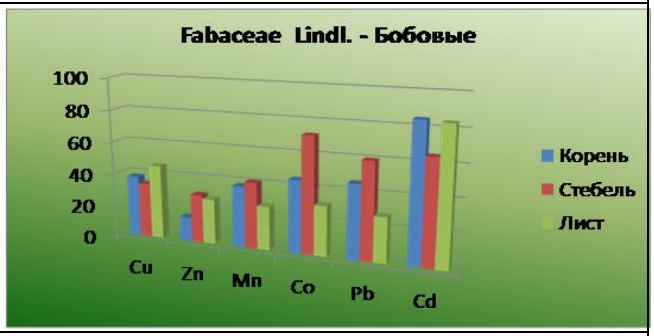
Asteraceae



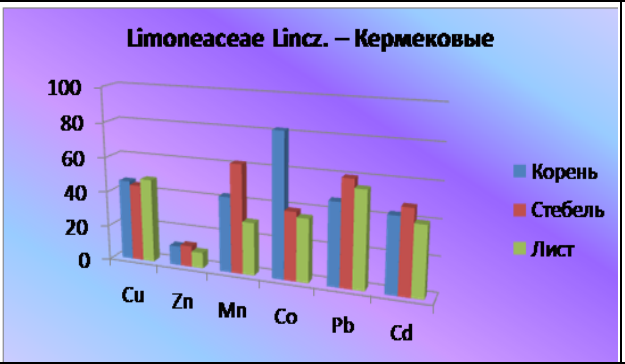
Chenopodiaceae



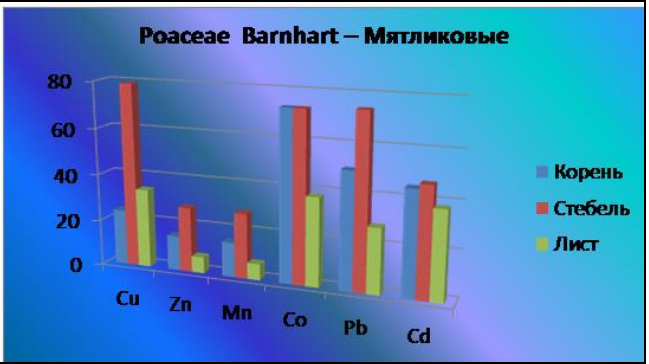
Cyperaceae



Fabaceae



Limoneaceae



Poaceae

Рис. 6. Содержание тяжелых металлов в морфологических органах дикорастущих растений по семействам

Выявлено, что для цинка характерно базипетальное распределение по органам растений, для меди и марганца - акропетальное. Несколько иначе распределяются по морфологическим органам растений кобальт, свинец, и кадмий. Для них характерно наибольшее накопление в корнях с уменьшением в листьях и стеблях. В стеблях содержится минимальное их количество.

Выявленные общие закономерности по морфологическим органам при рассмотрении их в разрезе семейств (рисунок 6) подтверждаются только для одного элемента – кадмия, для других исследуемых элементов - они не нашли подтверждения.

Так, например, базипетальное распределение цинка и акропетальное распределение меди и марганца по морфологическим органам сохраняется в семействе *Asteraceae Dumort. и Chenopodiaceae Vent.* и выглядит иначе в других семействах.

Следовательно, принадлежность растения к ботаническим группам (семействам) влияет на содержание по морфологическим органам всех исследуемых ТМ, кроме кадмия.

Изучена интенсивность поглощения (КПБ – коэффициент биологического поглощения [20].) ТМ различными органами и семействами растений в целом. В среднем для меди, цинка характерно интенсивное поглощение стеблями, меньше листьями, корнями: $КБП_{стебель} > КБП_{лист} > КБП_{корень}$; для свинца, марганца – $КБП_{корень} > КБП_{стебель} > КБП_{лист}$; для кобальта, кадмия – $КБП_{корень} > КБП_{лист} > КБП_{стебель}$. В формуле расчета КБП использовали значения кларков элементов почве.

По уровню среднего значения КБП, семейства растений располагаются в убывающем порядке. Как видно из этих рядов КБП всех элементов оказался более высоким в растениях семейства *Fabaceae Lindl.*

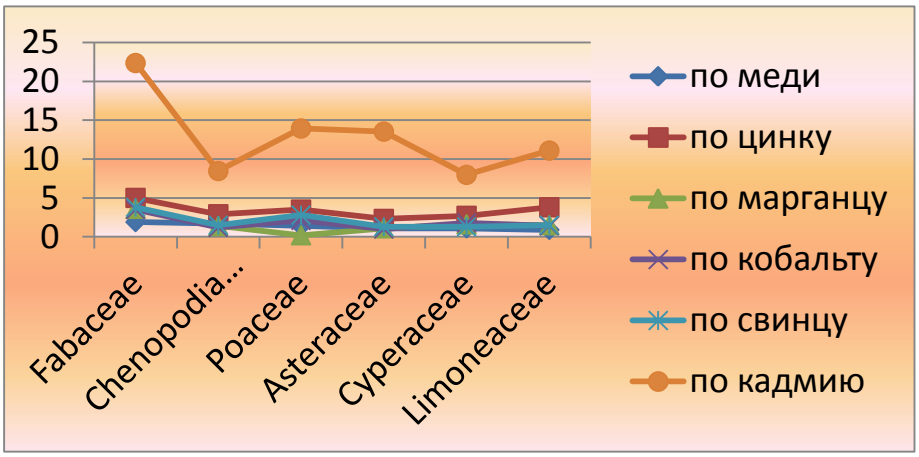


Рис. 7. Среднее значения КБП семейства растений

В целом, для исследуемой территории характерно, что по уровню биологического поглощения растениями медь, марганец, кобальт, свинец относятся к группе элементов среднего поглощения; цинк, кадмий - к группе элементов интенсивного поглощения. Для последних биогенная миграция, по-видимому, может выступать как основной фактор миграции этих элементов в ландшафте.

Обсуждение

В эпицентре взрыва в почвах Опытного поля и Дегелена свинца в почве содержалось больше, чем в таких же почвах Абралинского района, что можно объяснить последствиями ядерных взрывов, проводившихся в этих районах. Обнаружено значительное влияние типов и pH почв Атомного озера на содержание в них таких элементов как Pb, Cu, Zn, Mo, Be, Ba, Ni, Cr, V, Y, Yb, Mn, Ga, Nb. Дисперсионный анализ влияния типа почвы на содержание радионуклидов в растениях, произраставших в Абралинском районе, также показал, что в условиях нормального радиоактивного фона тип почв влияния на содержание в растениях микроэлементов не оказал. Дисперсионный анализ влияния типа почвы на содержание радионуклидов в растениях Дегелена показал, что тип почвы значительно влиял на распределение в растениях таких металлов, как Zn, Pb, Ba, Cu, Ni, V, Y, Na, Fe, Al, Ag, Ca. Различия в накоплении ТМ одними и теми же видами на разных типах почв обусловлены как биологическими особенностями растений, так и экологическим условием – различиями в содержании и биодоступности элементов в конкретной почве. Один и тот же вид растения

накапливает разные количества ТМ на разных типах почв. Содержание исследуемых элементов в видах растений, произрастающих на различных типах почв, изменяется: меди - в 1.1 - 3.5 раза, цинка - в 1.1 - 3.2 раза, марганца – 1.1 – 2.5 раза, кобальта – 1.1 – 2.0 раза, свинца – 1.1 -3.3 раза, кадмия – 1.1 – 6.3 раза.

- варьирование содержания ТМ в ботанических семействах растений находится в небольших пределах и составляет в среднем: медь – 35,0%, цинк – 19,0%, марганец – 34,8 %, кобальт - 46,7 %, свинец - 43,3 %, кадмий – 51,5%.

- для цинка характерно базипетальное распределение по морфологическим органам растений, для меди и марганца - акропетальное. Для кобальта, свинца и кадмия характерно наибольшее накопление в корнях с уменьшением в листьях и стеблях. В стеблях содержится минимальное их количество.

- для меди, цинка характерно интенсивное поглощение стеблями, меньше листьями, корнями: $КБП_{стебель} > КБП_{лист} > КБП_{корень}$; для свинца, марганца – $КБП_{корень} > КБП_{стебель} > КБП_{лист}$; для кобальта, кадмия – $КБП_{корень} > КБП_{лист} > КБП_{стебель}$. По значению КБП Cu, Co относятся к элементам среднего биологического захвата и слабого накопления в растениях; Zn, Mn, Pb – к элементам сильного биологического накопления; Cd - к элементам энергичного биологического накопления. КБП всех элементов оказался более высоким в растениях семейства *Fabaceae Lindl.*

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тлеубергенов С.Г. Полигоны Казахстана. – Алматы. Ғылым – 1997. - 24 с.

[2] Ааркрог А., Дальгаардт Г., Караваева Е.Н., Куликова Н.В., Мейтинар К., Молчанова И.В., Нильсен С.П., Позолотина В.Н., Боликарпов Г.Г., Фриссел М., Фульс Л., Югиков П.И. О содержании долгоживущих радионуклидов в почвах и древесных растениях зоны ядерной аварии на Южном Урале / / М.: Наука, Экология, РАН, 1992. – № 4. - с.105-110.

[3] Айдарханова Г.С. Экологическая оценка влияния подземных ядерных испытаний на природную среду горного массива Дегелен: Дисс.канд. биол. наук.–Алматы.– 1998. - 118 с.

[4] Баландин В.А. Основные принципы составления региональных экологических программ (на примере Якутии) // Проблемы региональной экологии. – Томск, 1994. – Вып. 1. – С. 88-89.

[5] Беляев С.Т. Оценка радиологического риска для населения Алтайского края от ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. // Вестник научной программы «Семипалатинский полигон – Алтай», Научно – практический журнал. – 1994. – № 3. - С. 44-47.

[6] Гофман Д.Ж. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущих поколений. – Минск: Высшая школа, 1994. – 576 с.

[7] Гусев Б.И. Медико-демографические последствия облучения населения некоторых районов Семипалатинской области вследствие испытания ядерного оружия: Дисс. … докт. мед. наук. – Алматы, 1994. – 234 с.

[8] R.Zinkute, I.Bauziene, K.Dilys, J.Mazeika, J.Taminskas, R.Taraskevicius. Recent Lithuanian peri-urbanombotrophic bog records:indices derived from the contents of lead, zinc, copper and nickel. // Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, 2015. - V.15. - №.4. - P. 293-318.

[9] Cicchella, D. Heavy metal pollution and Pb isotopes in urban soils of Napoli, Italy. // Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis 8(1): 2008. –P.103.

[10] Hudson-Edwards,K. A. Sources, mineralogy, chemistry and fate of heavy metal-bearing particles in mining-affected river systems. *// Mineralogical Magazine*, 67(2):2003. – P. 205.

[11] Lottermoser,B. G. Mobilization of heavy metals from historical smelting slag dumps, north Queensland, Australia.// Mineralogical Magazine,66(4): 2002. – P. 475. doi: 10.1180/0026461026640043

[12] M.Sh. Akhmetkaliyeva, L.R. Sassykova, Y.A. Aubakirov, A.S. Zhumakanova, S. Sendilvelan. Research of the content of zinc and lead in the light-chestnut soils on the territory of islands “Polkovnichii” (Kazakhstan)// News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, series chemistry and technology, 2017.- №426(6).- P.11-15.

[13] A.Mann, C. Reimann, P. de Caritat, N. Turner, M.Birke (2015). Mobile Metal Ion® analysis of European agricultural soils: biovailability, weathering, geogenic patterns and antropogenic anomalies. // Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, V.15. - №.2-3, P. 99-112. doi:10.1144/geochem2014-279

[14] Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. Trace elements in soil and plants. CRC Press Boca Raton, Florida, USA, 1986. – P. 315.

[15] Kabata-Pendias, A. and Piotrowska, M, (1984). Determination of heavy metal pollution in grass and soil of Centre Green areas (Konya, Turkey) In: S. Onder, S. Dursan, S. Gezgin and A. Demirbas. Polish J. of Environ. Stud. 16 (1): 1986. – P. 145 – 154.

[16] Ринькис Г.Я., Рамане Х.К. и др. Методы анализа почв и растений. Рига: Зинатне, 1987. - С. 174.

[17] Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Либроком, 2009. - 328 с.

[18] H. Cramer. Mathematical methods of statistics //Psychnology Journal. J.: Soil SCI Plant Nutr . - 2012. - V. 58.- № 1. – P. 104-120.

[19] C. Garbisu and I. Alkorta. Basic concepts on heavy metal soil bioremediation. // European Journal of Mineral Processing & Environmental Protection. – 2003. V. 3. - № 1. – P. 58–66.

[20] B. S. Bada and K. A. Raji. Phytoremediation potential of kenaf (hibiscus cannabinus l.) grown indifferent soil textures and cadmium concentrations // African Journal of Environmental Science and Technology. - 2010. -V. 4. - № 5. - P. 250–255.

[21] Chen, T., Zheng, Y., Lai, M., Huang, Z., Wu, H., Chen, H., Fan, K., Yu, K., Wu, X. and Tian, Q. (2005). Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China. Chemosphere, 60: 542 – 551.

[22] K. Tahar and B. Keltoum. Effects of Heavy Metals Pollution in Soil and Plant in the Industrial Area, West ALGERIA // Journal of the Korean Chemical Society. 2011.- V. 55 - №. 6.

[23] Vernadsky V.I., Problems of Biogeochemistry Transactions, Biogeochemical Laboratory, Moscow. 1980. - V. XVI. – P. 320 [in Russian].

[24] Keller, C., D. Hammera and A. Kayserb. Phytoextraction of Cd and Zn with Thalaspi caerulescens and Salix viminalis in field trials. Pare presented at Workshop on “Phytoremediation of toxic metals” June, 12 - 15, 2003, Stockholm, Sweden.

[25] Kloke, A. Richwerte ‘80, Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden, Mitt. VDLUFA, H.2, 1980. – P. 9–11.

[26] V. Page and U. Feller. Heavy Metals in Crop Plants: Transport and Redistribution Processes on the Whole Plant Level. Switzerland. // J..Agronomy. 2015. - №5. – P. 447-463.

[27] Perelman A.I. Geochemistry of the soils and landschapes [in Russian].Moscow, 1975. - 342 pp.

Шарипов К.О., Батырбаева А.А., Сасыкова Л.Р., Әубәкіров Е.А., Ажигулова Р.Н.

Семей бұрынғы ядролық сынақ полигонының жерлері мен өсімдіктерінің антропогендік токсиканттары

Түйіндеме. Полигон аумағындағы топырақ пен өсімдіктердің микроэлементтік құрамы кейбір микроэлементтер бойынша басқа аймақтардың топырақтары үшін әдеби деректерден айтарлықтай ерекшеленгені анықталды. Зерттеулер мыс, мырыш және марганец өте жоғары мәндерін көрсетті. Авторлар сондай-ақ өсімдіктердің өсіп-өнуі мен элементтердің биожетімділігі жағдайында ауыр металдардың жинақталу заңдылықтарын салыстырады. Бұл ретте ауыр металдардың жиналуы топырақ түріне байланысты: өсімдіктердің бір түрі топырақтың бір түрінен басқа түрге ауысқан кезде ауыр металдардың әртүрлі мөлшерін қамтиды.

Түйін сөздер: Токсикант, полигон, экология, ауыр металдар, биогенді миграция, аккумуляция, ботаникалық аталықтар,биологиялық жұтылу коэффициенті.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Атыгаев А.Б., Мұқанова Г.А., Воронова Н.В., Урымбаева А.А., Бимаганбетова А.О.
ӨСІМДІКТЕРДЕГІ ЗЫМЫРАН ОТЫНЫНЫҢ КЕШЕНДЕРІНІҢ ЖИНАҚТАЛУЫ ЖӘНЕ ТҮЗІЛУІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ 3
Исмагулова С.М., Джаналеева К.М., Саипов А.А., Берденов Ж.Г.
ЕЛІМІЗДІҢ ТӘУЕЛСІЗДІК ЖЫЛДАРЫ КЕЗІНДЕГІ ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫ ХАЛЫҚТЫҢ КӨШІ-ҚОН ҮРДІСТЕРІНІҢ ГЕОГРАФИЯСЫ 9
Курбаниязов С.К., УмбетовУ.У., Аймбетова И.О., Абдимуталип Н.А., Нугманов Е.
ЯРОСЛАВЛ ЖӘНЕ СОЮЗ КАОЛИН КЕНІН ПАЛЕОГЕОГРАФИЯЛЫҚ ЖАРАЛУ ЖАҒДАЙНА ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ ЖҮРГІЗУ 16
Бостанбеков К.А., Юничева Н.Р., Алимова А.Н.
CMIP5 (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT) ТІЗІМІНЕ ЖАТАТЫН ЖАҺАНДЫҚ КЛИМАТТЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІҢ ТАРИХИ ДЕРЕКТЕР ҚОРЫН ЖАСАУ 23
Абетов А.Е., Өзбеков А.Н.
ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖЕРДІҢ ТЕРЕҢ ҚҰРЛЫМЫ 28
Абдуллаев А.У., Жунисбеков Т.С., Мырзагазиева Г.М.
АЛМАТЫ БОЛЖАМДЫҚ ПОЛИГОНЫНДАҒЫ ҚАТТЫ ЖЕР СІЛКІНІСТЕРІНІҢ ГИДРОГЕОХИМИЯЛЫҚ АНОМАЛИЯЛАРЫ 34
Озгелдинова Ж.О., Хамзин Е.М., Мукаев Ж.Т., Жангужина А.А., Тенькебаева Ж.Ф.
КЕҢГІР ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ТАБИҒИ-ЛАНДШАФТТЫҚ САРАЛАНУЫН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАЛДАУ 40
Нуртазина Н., Берденов Ж.Г., Wendt Jan A.
ДЕГРАДАЦИЯҒА ҰШЫРАҒАН ЖЕРЛЕРДІҢ МОНИТОРИНГІНДЕ ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ (КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ СОЛҮСТІК-БАТЫС БӨЛІГІ МЫСАЛЫНДА) 43
Кубесова Г.Т. , Абдреева Ш.Т.
ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН АУМАҚТАРДЫ РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ПАЙДАЛАНУ ПРОБЛЕМАЛАРЫ (ТОРҒАЙ МЕМЛЕКЕТТІК ТАБИҒИ ҚОРЫҚШАСЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА) 48
Байбатша Ә.Б.
АРГАНАТЫ АУДАНЫ БОЛЖАМДЫҚ ПЕРСПЕКТИВАЛЫ БӨЛІКШЕЛЕРІНІҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОФИЗИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ 55
Тұрұмбетов Т., Бексейітова Р., Құрманбаев О.
ШЫҒЫС САРЫОБА КЕН ОРНЫНДАҒЫ БАРЛАУ ЖҰМЫСТАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕУ 60
Озгелдинова Ж., Оспан Г.
ЛАНДШАФТТЫ-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ЖҚЗ/ГАЖ-ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ЛАНДШАФТТАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ОҢТАЙЛЫ ҚҰРЫЛЫМЫН ӘЗІРЛЕУДІҢ ӘДІСНАМАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ 64
Абдуллина А.Г., Сапаров К.Т.
АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫ ЛАНДШАФТТАРЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН АНЫҚТАУДАҒЫ ФИТОНИМДЕР МЕН ЗООНИМДЕРДІҢ ОРНЫ ЖӘНЕ ТАРАЛУ АРЕАЛДАРЫ 67
Құрманқожаев Ә.Қ.
РУДАЛЫҚ КЕН ҚАЗБАЛАРДЫҢ ҚОРЫН ЗОНАЛДАУ АРҚЫЛЫ САНАУ 73
Жусупова И.М.
ӨНЕРКӘСІПТІК АУМАҚТАРДА МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНІМДЕРІНІҢ САПАСЫНА ТОПЫРАҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӘСЕРІ 82

Техникалық ғылымдар

Кантуреева М.А., Мурзин Ф.А., Успанова А.И.
КӨЛІК ЖҮЙЕСІ: ТҰРАҚТЫ ҚИЫЛЫСТАРЫМЕН ЖӘНЕ ОҚУ ҚИЫЛЫСТАРЫМЕН (Q-LEARNING) 88
Жумабаев М. Ж.
УРАН КЕНОРЫНЫҢ КАРОТАЖЫНЫҢ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРІН ИНТЕРПРЕТАЦИЯСЫ МЕН КЕРН МАТЕРИАЛЫН СӘЙКЕСТЕНДІРУ 91
Амангелдина.Д
МЕТАН КӨМІР ҚАБАТТАРЫНЫҢ ӨНДІРІСІ 96
Мехтиев А.Д., Югай В.В., Алькина А.Д., Мехтиев Р.А.
СТЕРЛИНГ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫ НЕГІЗІНДЕ АВТОНОМДЫ ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫ ЖҰМЫСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ӨЗГЕРТУ ЕСЕБІНЕН АРТТЫРУ 100

Умарова Ж.Р., Ельбергенова Г.Ж., Кемельбекова Ж.С.
ПРОЦЕССТЕРДІ ЦИФРЛАУДЫҢ ҮШІН ЖЕЛІНІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ ПРИНЦИПТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ..... 106
Қартбаев Т.С., Лахно В.А., Маликова Ф.У., Тұрғынбаева А.А.
САРАПТАМАЛЫҚ БІЛІМ ҚОРЫ ОБЪЕКТІЛЕРІН ЖӘНЕ ШЕШІМДЕР ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕЛЕРІН МАЗМҰНДЫҚ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ ӘДІСІ..... 109
Нурахова А.К, Куанышбай А.М, Киялбаев А.К.
АСФАЛЬТБЕТОНДЫ БЕТТЕРДЕГІ СУПЕРГИДРОФОБТЫ ЖАБЫНДАР..... 117
Конакбай З.Е., Гармаш О.В.
AMADEUS ТАРАТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚЫЗМЕТІН ТАЛДАУ..... 121
Бектемысова Г.У., Тагауова Р.З., Әкім А.М.
КАТАЛОГТАРДЫ КОНСОЛИДАЦИЯЛАУ..... 125
Акпанбетов Д.Б., Нурумов А.А., Тойгожинова Ж.Ж., Қуандық Ә.
ШТАНГІЛІ ТЕРЕҢ СОРҒЫНЫҢ ЭНЕРГИЯЛЫҚ ТИІМДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ..... 130
Тойганбаева Н.А., Тюлепбердинова Г.А., Газиз Г.Г., Адилжанова С.А., Сақыпбекова М.Ж.
БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІНДЕ ПОРТАЛДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ МЕТОДОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ РЕСУРСТЫҚ НЕГІЗІ 137
Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.
АНЫҚ ЕМЕС РЕТТЕУІШ БАЗАСЫНДА ҚҰРАСТЫРЫЛҒАН ҮЙ-ЖАЙДЫҢ МИКРОКЛИМАТЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖҰМЫСЫН МОДЕЛЬДЕУ..... 142
Полатова Ж.Б., Бектимисов А.Т.
КРИПТОВАЛЮТА ТӨЛЕМ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ МЕХАНИЗМІ..... 150
Айтулен А., Муханов С.
VIOLA-JONES ӘДІСІМЕН ӨҢДЕУ, СӘЙКЕСТЕНДІРУ ЖӘНЕ ТАНУ..... 155
Муратов Д.А., Серикканов А.С., Алмасов Н.Ж., Аймаганбетов К.П., Немкаева Р.Р.
ХИМИЯЛЫҚ БУ ФАЗА ӘДІСІМЕН (CVD)АЛЫНҒАН WS_2ЖҰҚА ҚАБЫРШАҚТАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 162
Муратов Д.А., Шайкенова А.А., Мереке А.Л., Умирзаков А.Г., Ракыметов Б.А., Бейсенов Р.Е.
МЫС ТӨСЕНІШ БЕТІНДЕ ХИМИЯЛЫҚ БУФАЗА ӘДІСІ АРҚЫЛЫ ӨСІРІЛГЕН ГРАФЕН ҚАБАТТАРЫН КӨШІРУ..... 168
Сарсембаева Б., Бейсенова Е.
ЖОҒАРЫ СЫЙЫМДЫЛЫҚТЫ ЛИТИЙ-ИОНДЫ БАТАРЕЯЛАРҒА АРНАЛҒАН ЭЛЕКТРОДТЫ МАТЕРИАЛДАР: ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙҒА ШОЛУ..... 172
Еркебұлан Г.Т., Куликова В.П.
ТІЛДЕРАРАЛЫҚ (АУДАРМАЛЫ) ПЛАГИАТТЫ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ..... 178
Сеитжанов Е. М., Елеукен Д. Ж., Жолаев Т. К.
МУЛЬТИТЕНАНТТЫҚ SAAS ПЛАТФОРМАСЫНА АРНАЛҒАН ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ АРХИТЕКТУРАНЫ ӘЗІРЛЕУ..... 183
Сеитжанов Е.М., Елеукен Д.Ж., Сембина Г.К.
МОНИТОРИНГ ЖӘНЕ SLA БАР МУЛЬТИТЕНАНТТЫ SAAS-ҚОСЫМШАСЫН ҚҰРУ ТӘСІЛІ..... 192
Абдибаттаева М.М, Итжанова К.С, Жәнібеков Б.Б, Алматова Б.Г.
МҰНАЙ ҚАЛДЫҒЫН ҚАЙТА ӨҢДЕУДІҢ ҚАУІПСІЗ ӘДІСІН ЖАСАУ..... 198
Татыбаев М.Қ., Поветкин В.В., Жолмырзаева Р.
ТАУ ЖЫНЫСТАРЫН БҰЗУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЕРМОҚҰРАЛДАҒЫ ЖАНУ ПРОЦЕСІНІҢ ҚАРҚЫНДАНУЫ. 205
Айтчанов Б., Баймуратов О., Абдінурова Н., Туранов Д., Селбаев А.
КВАНТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ БЕЛГІСІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДА ҚОЛДАНУ… 209
Зәуірбеков Н.С., Асылбеков А.А., Козыбаев А.К., Набиева Ж.С .
ГИДРОМОДУЛЬДІҢ ЖӘНЕ СУСЫЗ ҚОСПАНЫҢ СЫРАНЫҢ ЭКСТРАКТИВТІЛІГІНЕ ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ..... 216
Нұрланбек А.Д., Бижанова А.С., Молдакалыкова А.Ж.
КОМПЬЮТЕРЛІК ОЙЫНДАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ҚҰРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ..... 224
Қалимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Мекебаев Н.О., , Тұрдалыұлы М.
МАШИНАЛЫҚ ОҚУДЫ ҚОЛДАНУДА ДАУЫСТЫҢ ГЕНДЕРЛІК ЖІКТЕЛІНУІ..... 229
Исабек А., Сулиев Р. Н., Кесикбаева Г., Султанова Н., Богданчиков А.В.
ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ БОЙЫНША ҚАЗАҚ ӘЛІПБИІНДЕ ЖАЗБАША АУЫСУЛАРДА КРИТИКАЛЫҚ ӘРІПТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ..... 234
Альтаева Ж.Ж., Битилеуова З.К., Муратбекова Г.В.
ЖҮК ПОЕЗДАРЫ НАҚТЫ ҚОЗҒАЛЫС КЕСТЕСІ КЕЗІНДЕ ПОЙЫЗҚҰРАСТЫРУДЫ ЗЕРТТЕУ..... 237
Альтаева Ж.Ж., Айкумбеков М.Н., Муратбекова Г.В.
"БЕЙНЕУ – ШАЛҚАР" УЧАСКЕСІНДЕ ӨТКІЗУ ҚАБІЛЕТІН ЖӨНІНДЕГІ ІС-ШАРАЛАРДЫ АРТТЫРУ ТИІМДІЛІГІ..... 244

Рысбиева А.К., Данлыбаева А.К.
ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫНА ЖАҚЫН ЖЕРЛЕРДЕГІ АУА АТМОСФЕРАСЫНЫҢ ҮЛГІЛЕРІНДЕГІ H_2S, SO_2, NO_2, CO ШАМАЛАРЫН БАҚЫЛАУ 247
Зубова О.А., Таныбаева А.К., Абубакирова К.Д., Воронова Н.В., Даулетбаева М.М.
ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ ҚАЗІРГІ ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ МАТЕРИАЛДАР 253
Кухаренко Е.В., Айтымова А.А., Шапорева А.В., Коппова О.Л.
ҰЙЫМДАСТЫРУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ОҚЫТУДЫ БАСҚАРУ МОДЕЛЬДЕРІ 259
Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С., Пустовалова Н.И., Қожахметова Р.Н.
БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІ ҚЫЗМЕТІНІҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ МЕХАНИЗМІН МОДЕЛДЕУ 263
Адранова А.Б.
ҚАШЫҚТЫҚТАН БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ АҒЫНДАРЫНЫҢ КИБЕРҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҚАЖЕТТІЛІГІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ҰЙЫМДАСТЫРУ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ 268
Маматнабиев Ж., Сулиев Р., Джантаев Р.
МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН IOT ПЛАТФОРМАЛАРЫН АНЫҚТАУ 273
Байқоныс А.
ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ: ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫҢ ТҮРЛЕРІ МЕН ҚҰРАМДАСТАРЫ 279
Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ., Чеккарелли М.
ЭКЗОСКЕЛЕТТЕРДІҢ ТЕРМИНОЛОГИЯСЫ МЕН ЖІКТЕЛУІ 285
Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ., Чеккарелли М., Исабеков Ж.Н.
ЭКЗОСКЕЛЕТТЕРДІ ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ҚЫСҚАША ТАРИХЫ 292
Мусагулова Г.Ш., Байшоланова К.С., Муратова Г.
ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ САЯСАТТЫҢ ТИІМДІ ШЕШІМДЕРІН ҚАБЫЛДАУ ҮШІН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ 295
Бектемиров Р.И.
ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ ҮШІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАЛДАР МЕН БАҒДАРЛАМАЛАУ ТІЛДЕРІН ШОЛУ 299
Барменкулова Т.А.
ҚР СТ ИСО 21500-2014 «ЖОБАЛАРДЫ БАСҚАРУ БОЙЫНША БАСШЫЛЫҚ» СТАНДАРТЫНА SWOT ТАЛДАУ» 304
Бегимбетова А.С.
АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ЖЕР БЕДЕРІНЕ АҒЫЗУДЫҢ ШЕКТІ РҰҚСАТ ЕТІЛГЕН АҒЫНДЫСЫН АНЫҚТАУ КЕЗІНДЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕМЕ 308
Жолаев Т.К., Сатыбалдиева Р.Ж.
ПРОЦЕСС БАҒЫТТАРЫҢ ЖӘНЕ ЖҮЙЕ ПАЙДАНУШЫЛАРДЫ БАСҚАРУ АРҚЫЛЫ SAAS ҚОСЫМШАСЫН ҚҰРАСТУ 313
Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Артыкбаев Д.Ж., Байболов К.С.
САРЫ ГРУНТТАРДЫҢ ДЕФОРМАЦИЯСЫ ШӨГУІНІҢ ТАБИҒИ ЖАҒДАЙДАҒЫ ЗЕРТТЕУЛЕРІ 319
Нысанбаева С.Қ., Тұрлыбекова Г.Қ., Исмагулова М.Ш.
ЖҰҚА ҚАБЫРШЫҚТЫ МАГНИТТІ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ 324
Нысанбаева С.Қ., Тұрлыбекова Г.Қ.
КОНДЕНСИРЛЕНГЕН ОРТАЛАРДАҒЫ УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ЖҰТЫЛУ КОЭФФИЦИЕНТІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН АКУСТИКАЛЫҚ ИНТЕРФЕРОМЕТР ҚҰРАСТЫРУ 328
Туркебаева К.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БАСЫМДЫ МЕМЛЕКЕТТІК ЖОБАЛАРЫН ІСКЕ АСЫРУ КЕЗІНДЕГІ ЖОБАЛЫҚ БАСҚАРУДЫҢ РӨЛІ 333
Оспан Б.С.
ЯМР-ҚАҒАЗДЫ СҰЙЫҚТЫҚПЕН СІҢДІРУДІ ЗЕРТТЕУ 337
Баймақова Ұ.Ж., Абдураимова Б.К.
БИОМЕТРИЯЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕР НЕГІЗІНДЕ АППАРАТТЫҚ-БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕНДІ ҚҰРУ 342
Оспанова Г., Кухаренко Е.В.
НОРМАТИВТІК БАЗА ТҰТАСТЫҒЫН ҚАМТЫМАСЫЗ ЕТУ МОДЕЛІ 347
Ұматай Н., Нурахов Е.С., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.
МҰНАЙ ӨНДІРІСІН ӨНДІРУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУҒА ДЕРЕКТЕРДІ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ 351
Мухамедова Н.М., Скаков М.К., Батырбеков Э.Г., Мухамедов Н.Е.
КАРБИД КРЕМНИЙ КЕРАМИКАНЫҢ ЖҰҚА ҚҰРЫЛЫМЫНА БІРІГУ ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ ӘСЕРІ 357
Сураев А.С., Скаков М.К., Виелеба В.К.
МОНТЕ-КАРЛО ӘДІСІМЕН ГАЗБЕН САЛҚЫНДАЛАТЫН РЕАКТОРДЫҢ БЕЛСЕНДІ АЙМАҒЫНЫҢ ЖӘНЕ КАМПАНИЯСЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН ЕСЕПТЕУ 362

Абдуллин Х.А., Исмаилова Г.А., Калкозова Ж.К., Жумагулов С.К.
КОБАЛЬТ ЖӘНЕ НИКЕЛЬ ГИДРОКСИДТЕРІНІҢ НАНОҰНТАҚТАРЫНАН
СУПЕРКОНДЕНСАТОР ЭЛЕКТРОДЫН АЛУ 369
Байкенжеева А.С., Имангалиева А.К.
ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ШЕҢБЕРІНДЕ
КӘСІПОРЫНДАРДА ӨНДІРІСТІК ҚАУІПТЕР ТІЗІЛІМІН ҚҰРУ 374
Конакбай З.Е., Асильбекова И.Ж., Гармаш О.В.
ҚАЗАҚСТАНДА БИЗНЕС ЖҮРГІЗЕТІН АВИАКОМПАНИЯЛАРДА
ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЖҮЙЕЛЕР 379
Курмашев И.Г., Никишина О.А.
ДЕМОГРАФИЯЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІ МОДЕЛДЕУГЕ АГЕНТТІК ТӘСІЛДІ ҚОЛДАНУ
МҮМКІНДІГІН ЗЕРТТЕУ 382
Лобач Н.В., ДемьяненкоА .В.
ҚОСЫМША ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕ ҚОЛДАУ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ
КЕЗІНДЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕ ПЛАЗМАЛЫҚ ТОЗАҢДАТУ 386
Суйгенбаева А.Ж., Сакибаева С.А., Болысбек А.А., Жунисбекова Д.А., Байысбай О.П., Тлеуова А.Б.
ДИФФУЗИЯНЫҢ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІН ТИІМДІ ӨЛШЕМДЕРІ НЕГІЗІНДЕ
РЕЗИНАЛЫҚ ҚОСПАНЫҢ ФРАКТАЛЬДЫ ӨЛШЕМДЕРІН АНЫҚТАУ ӘДІСІ 388
Диханбаева Ф.Т., Тастурганова Э.Ч.
ТҮЙЕ СҮТІ НЕГІЗІНДЕГІ БИОСУСЫНДАРДАҒЫ АҚУЫЗ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ 392
Бектібай Б., Нурсапаев А.
ӨНДІРІСТЕ ДҰРЫС ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ӘДІСТЕРІ 395
Тунгышбаева У.О., Уажанова Р.У., Сериккызы М.С., Манап К.Р.
ЕҢБЕКТІҢ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ САПАСЫ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК ЖҮЙЕСІНІҢ
НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ. БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН ФАКТОРЛАР 399
Голубев В., Левданский А., Чиркун Д., Сарсенбекулы Д., Жумадуллаев Д.
ГАЗ-ОРТАДАН ТЕПКІШ КЛАССИФИКАТОРДЫ ТЕОРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ
ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ 401
Мусапирова Г. Д., Болатов О.К.
QAZLAT КОНВЕРТОРЫН ӘЗІРЛЕУ 408
Жукебаева Т.Ж., Жамелов Р.Ж.
ХРОМДЫ ШОЙЫНДАРДЫҢ ТОЗУҒА ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ 415
Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Абибуллаев С.Ш., Алданазаров К.Т.
КӨЛІК-ЛОГИСТИКАЛЫҚ ОРТАЛЫҚ АРҚЫЛЫ ТЕЗ БҰЗЫЛАТЫН ЖҮКТЕРДІ
ЖЕТКІЗУ МОДЕЛІН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ 420
Лахно В.А., Еркелдесова Г.Т., Оралбекова А.О., Абуова А.К.,
ПОЙЫЗ ҚОЗҒАЛЫСЫН ДИСПЕТЧЕРЛЕНДІРУДІҢ ЗАМАНАУИ
ИННОВАЦИЯЛЫҚ БАҒЫТТАРЫ 425
Абдрасилов Б.С., Аллашов Б.Д., Курбаниязов С.К., Аймбетова И.О., Эндер Сайын.
«ӨЗБЕК КЕҢ ЖАПЫРАҚТЫ» СҰЛЫ СОРТЫ МЕН АСТЫҚ ТҰҚЫМДАСТАРЫ БАР
АҚ ТҮЙЕ ЖОҢЫШҚАНЫ БІРЛЕСІП СЕБУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ 430
Курбаниязов С.К., Аллашов Б.Д., Абдрасилов Б.С., Аймбетова И.О. , Тойчибекова Г., Калмаганбетов М.Б.
СОРГО СОРТТАРЫНЫҢ БІРТЕКТІЛІГІ МЕН МЕЛИОРАЦИЯЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ 434
Манбетова Ж.Д., Чежимбаева К.С., Абдимуратов Ж.С.
ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫСТЫҢ БАЗАЛЫҚ СТАНЦИЯСЫНАН, WI-FI РОУТЕРЛЕР МЕН ҰЯЛЫ
ТЕЛЕФОНДАРДАН БӨЛІНЕТІН ЭЛЕКТРОМАГНИТТІ СӘУЛЕЛЕНУДІ
САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ 440
Мусабаев Б.К., Камзина А.Д., Аримбекова П.М., Абибуллаев С.Ш., Токтамысов Б.А.
ЛОГИСТИКАЛЫҚ ТІЗБЕКТЕРДІ ЖОСПАРЛАУ ЖӘНЕ ЖЕДЕЛ БАСҚАРУ
МІНДЕТІН КОНЦЕПТУАЛДЫ ҚОЮ 443
Сырманова,К.К. Алипбекова Ж.К., Боташев,Е.Т. Калдыбекова Ж.Б., Сулейменова М.Т.
РЕЗИНА-БИТУМДЫ ТҰТАСТЫРҒЫШТАРДЫҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАСИЕТТЕРІНЕ
ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ТАЛДАУ 447
Достияров А.М., Достиярова А.М. , Садыкова С.Б., Картджанов Н.Р.
ГТҚ-НЫҢ САҚИНАЛЫ ЖАНУ КАМЕРАСЫНА АРНАЛҒАН МИКРОМОДУЛЬДІ АУА
ФОРСУНКАЛАРЫ 451
Генбач А. А., Джаманкулова Н. О.
ЖЕМІС ӨСІРУ КЕЗІНДЕ ЖЫЛУ ҚҰБЫРЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ 456
Мурзахметов А.Н., Бейсов Н.К.
ЖАСУШАЛЫ АВТОМАТ КЕҢІСТІГІНДЕ АҚПАРАТТЫҢ ТАРАЛУЫН ТАЛДАУ 462
Токтаров А.А. Молдабаев С.К.
ТЕРЕҢ КАРЬЕРЛЕРДІҢ ТАР ЖАҒДАЙЛАРЫ ҮШІН ЦАТ-КЕШЕНДЕРІНІҢ ҚАЙТА ТИЕУ
ҚҰРЫЛҒЫСЫН ӘЗІРЛЕУ 465

Токтаров А.А. Молдабаев С.К.
ТЕРЕҢ КАРЬЕРЛЕРДІҢ ТАУ-КЕН КӨЛІГІ ЖҮЙЕСІНІҢ ДАМУЫ..... 471
Грищенко В.Ф., Төлендіұлы С., Нурланкызы А.
ИНТЕГРАЛДЫҚ БАҒДАРЛАМАЛАР ЭЛЕМЕНТТЕРІНЕ ЖҮРГІЗУ ЖӨНІНДЕГІ СЫРТҚЫ-ТЕХНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ..... 478
Сейдалиева У.О., Илипбаева Л.Б., Утебаева Д.Ж., Смайлов Н.К.
ҰШУДЫҢ ШЕКТЕУЛІ АЙМАҚТАРЫНДА ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППРАТТАРЫН АНЫҚТАУДЫҢ ӘРТҮРЛІ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 483
Әділқазы Б.Н., Бахтияр Б.Т., Отынчиева М., Умышев Д., Шаймерден Б.М.
ПТВМ-100 СУ ЖЫЛЫТУ ҚАЗАНДЫҚТАРЫН СЫНАУ..... 488
Шуйтенов Ғ.Ж., Сәдуақасова К. Ж., Закирова А.Б.
БҰЛТТЫ ДЕРЕКТЕР ҚОЙМАСЫН САТУ..... 495
Шуйтенов Ғ.Ж., Сәдуақасова К. Ж., Закирова А.Б.
БІЛІМ БЕРУДЕГІ АЖ ФРЕЙМВОРКОВ НЕГІЗІНДЕ ЖОБАЛАУ..... 499
Сейтбекова Е.С., Асилбеков Б.К., Кульджабеков А.Б., Бейсембетов И.К.
ТЕНЗОР МОДЕЛІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ВЕЛОСИПЕДТЕРДІҢ АҒЫНЫН БОЛЖАУДЫҢ ЖАҢА ТӘСІЛІ..... 503
Панюкова Д.В., Ширяева О.И.
ЭЛЕКТРЭНЕРГИЯСЫН ТҰТЫНУДЫ БОЛЖАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕМЕЛЕРІНЕ ШОЛУ.. 509
Сырнев Б. В., Миргородский С. И., Миргородский Л. С., Серая Н.В.
БЕРІЛГЕН МЕХАНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ БАР ТИТАН НЕГІЗІНДЕ ҚОРЫТПАНЫҢ ГОМОГЕНДІ ДАЙЫНДАМАЛАРЫН АЛУ..... 514
Ермуханова Н.Б., Керімбекова З.М., Таңжарықов П.А., Шайхислам Г.
МҰНАЙ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ПЕРСОНАЛҒА РАДИАЦИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ..... 520
Атанов С.К., Бигалиева А.З.
ТЕГІСТЕУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН ОҢТАЙЛЫ LQG КОНТРОЛЛЕРІН ЖАСАУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ..... 526
Болатов Н.Қ., Тойлыбаев А.Е., Болатова Ж.Т.
ТОЛЫҚ АРАЛАСТЫРУ ҚАҒИДАСЫ БОЙЫНША ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН БИОРЕАКТОРДАҒЫ МЕТАННЫҢ ШЫҒУЫН ЗЕРТТЕУ..... 533
Кайбасова Д.Ж.
МӘТІНДЕР КОРПУСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ҮШІН ПӘНДІК ОҚУ ЖҰМЫС БАҒДАРЛАМАСЫ ЖИНАҒЫН АЛАДЫН АЛА ӨҢДЕУ 541
Болатов Н.Қ., Тойлыбаев А.Е., Ахметжанова А.Б.
МЕТАНДЫ АШЫТУ ҮРДІСІНДЕ ТАСЫМАЛДАНАТЫН ОРГАНИКАЛЫҚ ТҮРДЕГІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ӨҢДЕУ ТИІМДІЛІГІНЕ ШОЛУ..... 546
Мажренова Н.Р., Баймаханов Г.А., Утепов Е.О., Ахмет Д.Н., Хайрошева С.Б.
ИСО 9001-2015 СТАНДАРТЫНДАҒЫ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕС СМЖ-НЫ ДАМЫТУ ЖӘНЕ ЕҢГІЗУ..... 550
Курбаниязов С.К., Хидиров К.И., Кутлиева Г., Тойчибекова Г.Б., Калмаганбетов М.Б.
«БАКТОСИЛ» БИОЛОГИЯЛЫҚ КОНСЕРВАНТЫНЫҢ МАЛ ЕТІНІҢ ӨНІМДІЛІГІНІҢ АРТУЫНА ӘСЕРІ..... 554
Зәкенов С.Т., Нұршаханова Л.Қ.
МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ ПОЛИМЕРЛІК СУ АЙДАУ ТӘЖІРИБЕСІ..... 557
Ерментаев А.Б., Абдураимова Б.К., Тукенова Л.М.
ЖЕРГІЛІКТІ АТҚАРУШЫ ОРГАНДАР ҚЫЗМЕТІНДЕГІ ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР..... 561
Иманбаева М.Ж., Абдураимова Б.К.
БҰЛТТЫ ДЕРЕККОР..... 569
Бекжапбаров Б.С., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.
ТЕХНОЛОГИЯЛАР МАШИНАЛАРЫ ЭСТЕРДІДІ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КАРТАСЫ МАШИНАЛАРЫ..... 575
Утегенова М., Саденова М., Азаматов Б., Догадкин Д.
КАТАЛИЗАТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН БЛОКТЫ КЕРАМИКАЛЫҚ ТАСЫМАЛДАУШЫЛАР СИНТЕЗІНІҢ САПАСЫН БАСҚАРУ ҮШІН ҮЛГІЛЕУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ 580
Капаров К.К., Луцак С.М.
«АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР» ПӘНІ БОЙЫНША БАҒДАРЛАМА-СИМУЛЯТОРДЫ ДАМЫТУ..... 586
Кишибаев К.К., Асылханов Ж.С., Атчабарова А.А., Токпаев Р.Р., Проценко О.А., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Калугин С.Н.
ЖАЗДЫҚ БИДАЙ, ЖҮГЕРІ ЖӘНЕ СОЯ ДӘНДЕРІНІҢ ӨНГІШТІГІНЕ КЕ-5 ӨҢДЕУДІҢ ӘСЕРІ.... 593

Жатканбаева Э.А., Мурзахметова У.А.
ОҢТАЙЛЫ МІНДЕТТІ ШЕШУ ПРИНЦИПТЕРІ КӨЛІК ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ЖЕЛІНІ ДАМЫТУ..... 598
Зубова О.А., Таныбаева А.К., Абубакирова К.Д., Воронова Н.В.
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕЙТІН ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА ШОЛУ..... 602
Жанбырбаев В., Досқазиева Г., Сағызбай М., Құанғалиев З.
МҰНАЙДЫ ЫСТЫҚ БУМЕН ЫҒЫСТЫРУ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 609
Отаров Е. Ж., Бегайдаров Б. А., Рахатов Т. Д., Исмаилов Ч. У.
МЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМЫН ЖАСАУ ЗАУЫТЫНДАҒЫ ЖҰМЫСШЫЛАРДЫҢ ЕҢБЕК ЖАҒДАЙЫНЫҢ КӘСІБИ ҚАУІПІН БАҒАЛАУ АСПЕКТІЛЕРІ (ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ)..... 613
Утегулов Б.Б., Утегулов А.Б., Кошкин И.В.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АУМАҒЫНДАҒЫ ТОБОЛ ӨЗЕНІ БОЙЫНДА ШАҒЫН ГЭС ЖАСАУҒА АРНАЛҒАН ЖАҢА ТЕХНИКАЛЫҚ ШЕШІМДЕР..... 618
Мухамеджанова А.Д., Туманбаева К.Х.
ӘРТҮРЛІ M2M БИЗНЕС-ҮЛГІЛЕРІ ҮШІН ТРАФИКТІ ТАЛДАУ..... 626
Кантарбаева А.Д., Бекеева С.А., Князов Е.Ж.
ӨҢДЕУ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ЖҰМЫСШЫЛАРЫНЫҢ ЕҢБЕК ЖАҒДАЙЛАРЫ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ЖАҒДАЙЫ..... 631
Бектимиров А. Т., Тохтибакиев К.К., Нургалиева С.А.
WAMS ЖҮЙЕСІН ЖӘНЕ PSCAD БАҒДАРЛАМАСЫН ПАЙДАЛАНЫП ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭЛЕКТР ЖЕЛІСІНДЕГІ ТӨМЕН ЖИІЛІКТІ ТЕРБЕЛІСТЕРДІ ТЕКСЕРУ..... 636

Физика-математика ғылымдары

Смолова Е., Салықова О.
АВТОМАТТЫ ДИЗАЙН ЖҮЙЕСІНДЕ ТӨРТІНШІ РОБОТТЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ..... 640
Кошкарбаев Н.М., Төребек Б.Т.
КДФ-ББМ ТЕҢДЕУІНІҢ ҚУМА ТОЛҚЫН ТЕКТЕС СИНГУЛЯР ШЕШІМДЕРІ ТУРАЛЫ..... 644
Мустафин М.А., Алмуратова Н.К., Даримбаева Н.И.
ЖИІЛІКТІ-РЕТТЕЛЕТІН АСИНХРОНДЫ ЭЛЕКТРЖЕТЕКТІ МОДЕЛДЕУ..... 650
Сағадатова Н.Ж., Кедрук Е.Ю., Байгаринова Г.А., Грищенко Л.В., Абдуллин Х.А.
ОРГАНИКАЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ ФОТОИНДУКТИВТІ ДЕГРАДАЦИЯСЫНДА ҚОЛДАНУ ҮШІН ZNO / CUO НАНОКОМПОЗИТТЕРІНІҢ ГИДРОТЕРМИЯЛЫҚ СИНТЕЗІ..... 654
Нұрқасымова С. Н., Жаныс А.Б.
ФИЗИКА ТЕРБЕЛІСТЕР БӨЛІМІНІҢ ЕСЕПТЕРІН MAPLE БАҒДАРЛАМАСЫНДА ШЕШУ МЫСАЛДАРЫ..... 661
Амангелді Н.Қ., Алтайбаева А.Б., Разина О.В., Цыба П.Ю., Меирбеков Б.
ХОРНДЕСКИ МДЕЛЬДЕРІНІҢ ІШКІ КЛАСТАРЫ ҮШІН ОРНЫҚТЫ-СФЕРАЛЫҚ СИММЕТРИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕР..... 665
Бекібаев Т.Т., Рамазанова Г.І.
ЖИЫНТЫҚ ТЕОРИЯСЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН МҰНАЙДЫ ТАСЫМАЛДАУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЕСЕБІ..... 674
Ахметова Г.А., Разина О.В., Цыба П.Ю., Жасыбаева М.
ФЕРМИОНДЫ ЖӘНЕ ТАХИОНДЫ ЮКАВА-ТИПТІ ПОТЕНЦИАЛ АРҚЫЛЫ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСЕТІН КОСМОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДІҢ НАҚТЫ ШЕШІМІ..... 683
Тұрысбекова Ү.Қ.
АРНАЙЫ ТҮРДЕГІ КЕЛТІРІЛМЕЙТІН КӨПМҮШЕЛІКТЕРДІ ТАБУ..... 691
Маматова Г.Ө., Балғабек А.А., Бекаулова Ж.М., Толғанбаева Г.А., Омарова Р.Д.
БАНК СЕКТОРЫНДАҒЫ ТАПСЫРМАЛАРДЫ DATA MINING АЛГОРИТМДЕР АРҚЫЛЫ ШЕШУ..... 697
Темірханов Ә.Б., Инкарбеков М.К., Асилбеков Б.К.
ТУРБУЛЕНТТІ АҒЫСТАРДАҒЫ ІРІ ҚҰЙЫНДАРДЫ ТҮЙІНДІ ҮЗІЛІСТІ ГАЛЕРКИН ӘДІСІМЕН МОДЕЛЬДЕУ..... 703
Шакенова Р.К.
ТРАНСПОРТ ТОРАБЫНДАҒЫ БІР ЕСЕП ТУРАЛЫ..... 710
Карпушенко Р. В., Сейткулова Ж.Н.
ҮШІНШІ ЖӘНЕ ТӨРТІНШІ ДӘРЕЖЕЛІ АЛГЕБРАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІҢ ШЕШІМДЕРІНЕ МЫСАЛДАРЫ МЕН ҚОЛДАНЫЛУЫ..... 713
Советова Ж.С., Омарқұл Ж.М., Токмолдин Н.С.
ЗАМАНАУИ КОЛЛЕКТОР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ГЕНЕРАЦИЯ ПРОЦЕСТЕРІНІҢ ПОТЕНЦИАЛЫ..... 721
Омарқұл Ж.М., Советова Ж.С., Токмолдин Н.С.
НІТ ТЕХНОЛОГИЯМЕН ДАЙЫНДАЛҒАН ФОТОЭЛЕКТРЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРДІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ӨЛШЕУ..... 727

Кузенбаев Б., Абаева Б.
БУХГАЛТЕРЛІК ЕСЕПТІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІНІҢ ОНТОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛІ..... 731
Аджан Б.З., Инкарбеков М.К., Асилбеков Б.К., Бейсембетов И.К.
МОДАЛЬДІ ҮЗІЛІСТІ ГАЛЕРКИН ӘДІСІ ҮШІН ЛИМИТЕРЛЕР ҚОЛДАНЫСЫ..... 736
Тукенова Л.М.
БИГАРМОНИКАЛЫҚ ОПЕРАТОРДЫҢ КӨМЕКШІ ЕСЕБІ 742
Сатыбалдиев О.С.
ҚОЛДАНБАЛЫ ЕСЕПТЕРДІ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІҢ КӨМЕГІМЕН ШЕШУ 746
Берденова Б.А.
АДСОРБЦИЯ ИЗОТЕРМАСЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ ҮШІН РЕГРЕССИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ЖАСАУ..... 751
Тугелбаева Г.Т., Рсалиева А.А.
КҮННІҢ РАДИОСӘУЛЕЛЕНУ СИГНАЛДАРЫН БЕЙСЫЗЫҚ ФИЗИКА ӘДІСІМЕН ТАЛДАУ..... 756
Маматова Г.Ө., Бүркітбаева Р.А., Бекаулова Ж.М.
СЕРПІМДІ БІРТЕКТІ ЕМЕС ПЛАСТИНАНЫҢ ӘРКЕЛКІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ӨРІСТЕГІ ИІЛУІ ТУРАЛЫ ЕСЕП..... 760
Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н., Коданова Ш.К.
АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН БАСҚАРУДА КӨПКРИТЕРИЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ..... 766
Оспанова А.О., Дуйсенов Н.Ж., Кошкинбаева М.Ж.
АҚПАРАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНЕ АРНАЛҒАН ӨНДІРІСТІК СТИРОЛ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯСЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ..... 774
Амангелді Н.Қ., Алтайбаева А.Б., Разина О.В., Цыба П.Ю., Меирбеков Б.
ХОРНДЕСКИ МДЕЛЬДЕРІНІҢ ІШКІ КЛАСТАРЫ ҮШІН ОРНЫҚТЫ-СФЕРАЛЫҚ СИММЕТРИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕР..... 779
Ысмағұл Р.С., Кәрім А.О., Хамитбеков Ж.Р.
ГИЛЬБЕРТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ БІРІНШІ РЕТТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТЕҢДЕУДІҢ ШЕШІМІ..... 788
Темірханов Ә.Б., Инкарбеков М.К.
ЛИМИТЕР ҚОЛДАНУМЕН СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС БЮРГЕРС ТЕҢДЕУІН ГАЛЕРКИН ҮЗІЛІСТІ ӘДІСІМЕН САНДЫҚ ШЕШІМІ..... 792

Химия-металлургия ғылымдары

Мурадов А.Д., Қырықбаева Ә.А., Жумадиллаев К.Н., Жексенбаева Г., Примкулова Ж.Е.
ПОЛИМЕРЛІК ҮЛБІРЛЕРДІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ЭЛЕКТРОНДЫҚ СӘУЛЕЛЕНДІРУДІҢ ӘСЕРІ 799
Бахытжан Е.Ғ., Есалы Н.Н., Рахымбай Г.С., Аргимбаева А.М., Авчукир Х.
ПОЛИМЕРЛІ ЖӘНЕ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ҚАПТАМАЛАРДЫ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ СИНТЕЗДЕУ, ОЛАРДЫҢ ҚОРҒАНЫШТЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ..... 803
Валиев Х.Х., Булаев А.Г., Бугубаева А.У., Амандыкова А.Б., Симанчук Е.А.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ИЗВЛЕЧЕНИЯ УРАНА ИЗ БЕДНОЙ РУДЫ..... 811
Бестереков У., Кыдыралиева А.Д., Ураков К.Н., Болысбек А.А., Петропавловский И.А.
ТАҒАМДЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ҚАТЫНАСТАРЫ РЕТТЕЛІНЕТІН NPK-ТЫҢАЙТҚЫШТАРЫН АЛУ БОЙЫНША ЕСЕПТІК-ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУЛЕР НӘТИЖЕЛЕРІ 816
Жүкебаева Т., Амантай Д.
ГАЗДАНДЫРЫЛҒАН ҮЛГІЛЕР БОЙЫНША ҚҰЮ ӘДІСІМЕН ҚҰЙЫЛҒАН ӨЛШЕУІШ ШАРИКТЕРДІ ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ (ЛГМ-ПРОЦЕСС) 820
Кемелбекова А.Е., Мухамедшина Д.М., Мить К.А., Мошников В.А.
ЖҰҚА ZnO:Eu ҮЛБІРШЕКТЕРІН ЗЕРТТЕУДЕГІ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРГЕ ШОЛУ 824
Бейсенбаев О. К., Кенесбек М. Н., Иса А. Б., Туремуратов Р. С., Артыкова Ж. К.
ГОССИПОЛ ШАЙЫРЫ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚАТЫСУЫМЕН БУТИЛМЕТАКРИЛАТ, ОЛЕИН ЖӘНЕ ФУМАР ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ МЕТИЛ ЭФИРІ НЕГІЗІНДЕ ДЕПРЕССАТОРЛАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ АЛУ..... 830
Бейсенбаев О. К., Кенесбек М. Н., Иса А. Б., Туремуратов Р. С., Танашев С. Т.
БУТИЛМЕТАКРИЛАТ, ОЛЕИН ЖӘНЕ ФУМАР ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ МЕТИЛ ЭФИРІ НЕГІЗІНДЕГІ ГОССИПОЛ ШАЙЫРЫНЫҢ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫ ҚАТЫСЫНДА ДЕПРЕССОРДЫҢ НЕГІЗГІ МАЙЛАРДЫҢ КИНЕМАТИКАЛЫҚ ТҰТҚЫРЛЫҒЫНА ЖӘНЕ ТӨМЕНГІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫ СИПАТТАМАЛАРЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 838
Кедельбаев Б.Ш., Лаханова К.М., Изтлеуов Г.М., Колесников А.С., Дайрабаева А., Аскербекова А., Досбаева А.
МОДИФИЦИРЛЕНГЕН КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫҢ ҚАТЫСЫНДА БЕНЗОЛДЫҢ ҮЗДІКСІЗ СУТЕКТЕНУ ПРОЦЕССІН ЗЕРТТЕУ 843

Сейткулова Ж.Н., Тулешева Г.А., Мурзасаимова К.Д.
РЕАГЕНТТЕРДІҢ ӘРТҮРЛІ ШОҒЫРЛАНУЫНДА БӘСЕКЕЛІК ИНГИБИРТОР АРҚЫЛЫ БІР ФЕРМЕНТАТИВТІ РЕАКЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫН ТЕЖЕУІН PYTHON-ДА КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ 850
Досмұхамедов Н.Қ., Жолдасбай Е.Е., Әбжан Қ.Н., Қашаған А.Д., Желдибай М.А.
ҚОРҒАСЫН ӨНДІРІСІНІҢ ЖАРТЫЛАЙ ӨНІМДЕРІ МЕН АЙНАЛМАЛЫ МАТЕРИАЛДАРЫН БАЛҚЫТУ КЕЗІНДЕ ШТЕЙН ЖӘНЕ ШЛАК АРАСЫНДА cu, pb, as, au, ag БӨЛІНІП ТАРАЛУЫНА ШЛАК ҚҰРАМЫНЫҢ ӘСЕРІ 855
Хаваза Т.Н., Токпаев Р.Р., Ибраимов З.Т., Атчабарова А.А., Наурызбаев М.К.
ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ФОСФОГИПСІНЕН ИТТРИЙ МЕН ЛАНТАННЫҢ СІЛТІСІЗДЕНДІРУ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ 862
Шаяхметов Н.М., Құрмансейіт М.Б., Айжулов Д.Е.
МИНЕРАЛДЫ ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫМАЛЫ ШАЙМАЛАУ ӘДІСІМЕН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ГЕКСАГОНАЛЬДІ АШУ СХЕМАСЫНЫҢ РЕЖИМДЕРІН ҚОЛАЙЛЫЛЫҚҚА ЗЕРТТЕУ 867
Акбердин А.А., Ким А.С., Султангазиев Р.Б., Карбаев М.М.
КӨМІРТЕГІНІҢ КӨМЕГІМЕН БОР МЕН БАРИЙЛІ ТОТЫҚТАРДЫ ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРУ 873
Ахметкалиева М.Ш., Сасыкова Л.Р., Батырбаева А.А., Аубакиров Е.А., Ажигулова Р.Н.
"ПОЛКОВНИЧИЙ" АРАЛЫНЫҢ (СЕМЕЙ, ҚАЗАҚСТАН) АШЫҚ-ҚОҢЫР ТОПЫРАҒЫНДАҒЫ МЫРЫШ ПЕН ҚОРҒАСЫННЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫ 878
Назарбек У.Б., Бестереков У., Камбатыров М.Б., Абдибасил А.
ГУМИНДІ ЗАТТАРДЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚТА ҚОЛДАНУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ 885
Луганов В.А., Чепуштанова Т.А., Гусейнова Г.Д., Меркибаев Е.С., Байгенженов О.С.
ҚАЙНАУ ҚАБАТЫНДА АЛТЫН-МЫШЬЯК КОНЦЕНТРАТЫН СУЛЬФИДТЕУ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ КӨМІРТЕКТІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ 888
Левданский А., Опимах Е., Волненко А., Жумадуллаев Д.
ҰСАҚТАЛҒАН ПЛАСТМАССАЛАРДЫ ФЛОТАЦИЯЛЫҚ БӨЛУ ПРОЦЕСІНЕ БЕТТІК-БЕЛСЕНДІ ЗАТТАР КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ 893
Шабдан Е., Диханбаев Қ.К., Чжан Цзин, Жумабай Б., Секербаев Қ. С., Таурбаев Е. Т., Байганатова Ш.Б., Тлеубаева И. С.
НИКЕЛЬ ТОТЫҒЫ (NiO_x) НЕГІЗІНДЕГІ СТЕХИОМЕТРИАЛЫҚ ЕМЕС ДИСПЕРСТІ ЖАБҚЫШТЫ ҚҰРАСТЫРУ 901
Шарипов К.О., Батырбаева А.А., Сасыкова Л.Р., Әубәкіров Е.А., Ажигулова Р.Н.
СЕМЕЙ БҰРЫНҒЫ ЯДРОЛЫҚ СЫНАҚ ПОЛИГОНЫНЫҢ ЖЕРЛЕРІ МЕН ӨСІМДІКТЕРІНІҢ АНТРОПОГЕНДІК ТОКСИКАНТТАРЫ 907

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Атыгаев А.Б., Муканова Г.А., Воронова Н.В., Урымбаева А.А., Бимаганбетова А.О.
ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ И АККУМУЛЯЦИИ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА В РАСТЕНИЯХ…… 3
Исмагулова С.М., Джаналеева К.М., Саипов А.А., Берденов Ж.Г.
ГЕОГРАФИЯ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НАСЕЛЕНИЯ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ГОДЫ НЕЗАВИСИМОСТИ СТРАНЫ……. 9
Курбаниязов С.К., Умбетов У.У., Аймбетова И.О., Абдимуталип Н.А., Нугманов Е.
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СОЮЗНОГО И ЯРОСЛАВСКОГО КАОЛИНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ…… 16
Бостанбеков К.А., Юничева Н.Р., Алимова А.Н.
СОЗДАНИЕ АРХИВА ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ КЛИМАТА ИЗ СПИСКА CMIP5 (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT)……..…….. 23
Абетов А.Е., Узбеков А.Н.
ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА ……. 28
Абдуллаев А.У., Жунисбеков Т.С., Мырзагазиева Г.М.
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКОВЫЕ АНОМАЛИИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА АЛМАТИНСКОМ ПРОГНОСТИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ……. 34
Озгелдинова Ж.О., Хамзин Е.М., Мукаев Ж.Т., Жангужина А.А., Тенькебаева Ж.Ф.
СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНО-ЛАНДШАФТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БАССЕЙНА РЕКИ КЕНГИР..... 40
Нуртазина Н., Берденов Ж.Г., Jan A. Wendt
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ В МОНИТОРИНГЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ)…… 43
Кубесова Г.Т., Абдреева Ш.Т.
ПРОБЛЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТУРГАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА)……... 48
Байбатша А.Б.
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГНОЗНЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ РАЙОНА АРГАНАТЫ ……. 55
Турумбетов Т., Бексеитова Р., Курманбаев О.
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ВОСТОЧНЯ САРЫОБА..... 60
Озгелдинова Ж., Оспан Г.
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ НА ОСНОВЕ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЗЗ/ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ……. 64
Абдуллина А.Г., Сапаров К.Т.
МЕСТО И АРЕАЛЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФИТОНИМОВ И ЗООНИМОВ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 67
Курманкожаев А.К.
МЕТОД КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ К ПОДСЧЕТУ ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАПАСОВ……...……. 73
Жусупова И. М.
ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ..... 82

Технические науки

Кантуреева М.А., Мурзин Ф.А., Успанова А.И.
ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА: С ОБЫЧНЫМИ ПЕРЕКРЕСТКАМИ И С ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПЕРЕКРЕСТКАМИ (Q-LEARNING)..... 88
Жумабаев М. Г.
СОПОСТАВЛЕНИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ КАРОТАЖА И КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА..... 91
Амангелдина.Д
ПРОИЗВОДСТВО МЕТАНОВЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ..... 96
Мехтиев А.Д., Югай В.В., Алькина А.Д., Мехтиев Р.А.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОНОМНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО КОНСТРУКЦИИ…… 100

Умарова Ж.Р., Ельбергенова Г.Ж., Кемельбекова Ж.С.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ..... 106
Картбаев Т.С., Лахно В.А, Маликова Ф.У., Тургынбаева А.А.
МЕТОД СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ БАЗ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ И СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ..... 109
Нурахова А.К., Куанышбай А.М., Киялбаев А.К.
СУПЕРГИДРОФОБНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ..... 117
Конакбай З.Е., Гармаш О.В.
АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДИСТРИБЬЮТОРСКОЙ СИСТЕМЫ AMADEUS В КАЗАХСТАНЕ..... 121
Бектемысова Г.У., Тагауова Р.З., Әкім А.М.
КОНСОЛИДАЦИЯ КАТАЛОГОВ..... 125
Акпанбетов,Д.Б. Нурумов А.А., Тойгожинова Ж.Ж., Қуандық Ә.Б.
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ШГН..... 130
Тойганбаева Н.А., Тюлепердинова Г.А., Газиз Г.Г., Адилжанова С.А., Сақыпбекова М.Ж.
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕСУРСНЫЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРТАЛА В ОБРАЗОВАНИИ..... 137
Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ПОМЕЩЕНИЯ, ПОСТРОЕННОЙ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА..... 142
Полатова Ж.Б. Бектимисов А.Т.
МЕХАНИЗМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ С КРИПТОВАЛЮТОЙ..... 150
Айтулен А., Муханов С.
ОБРАБОТКА, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЧНОСТИ МЕТОДОМ ВИОЛЫ-ДЖОНСА..... 155
Муратов Д.А., Серикканов А.С., Алмасов Н.Ж., Аймаганбетов К.П., Немкаева Р.Р.
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ РОСТА ТОНКИХ ПЛЕНОК WS_2 МЕТОДОМ CVD..... 162
Муратов Д.А., Шайкенова А.А., Мереке А.Л., Умирзаков А.Г., Ракыметов Б.А., Бейсенов Р.Е.
ПЕРЕНОС ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ ,ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ПАРОФАЗНОГО ОСАЖДЕНИЯ НА МЕДНОЙ ПОДЛОЖКЕ..... 168
Сарсембаева Б., Бейсенова Е.
ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКОЁМКИХ ЛИТИЙ – ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ: ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ..... 172
Еркебулан Г.Т., Куликова В.П.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ КРОСС-ЯЗЫКОВОГО (ПЕРЕВОДНОГО) ПЛАГИАТА..... 178
Сеитжанов Е.М., Елеукен Д.Ж., Жолаев Т.К.
РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ ПРИЛОЖЕНИЙ MULTITENANT SAAS..... 183
Сеитжанов Е.М., Елеукен Д.Ж., Сембина Г.К.
ПОДХОД К СОЗДАНИЮ МУЛЬТИТЕНАНТНОГО SAAS-ПРИЛОЖЕНИЯ С МОНИТОРИНГОМ И SLA..... 192
Абдибаттаева М.М, Итжанова К.С., Жәнібеков Б.Б., Алматова Б.Г.
РАЗРАБОТКА БЕЗОПАСНЫХ МЕТОДОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕОТХОДОВ..... 198
Татыбаев М.К., Поветкин В.В., Жолмырзаева Р.
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ В ТЕРМОИНСТРУМЕНТАХ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД 205
Айтчанов Б., Баймуратов О., Абдинурова Н., Туранов Д., Селбаев А.
АНАЛИЗ КВАНТОВЫХ СИСТЕМ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ФОРМИРОВАНИИ ТОКЕНА..... 209
Заурбеков Н.С., Асылбеков А.А., Козыбаев А.К., Набиева Ж.С.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОМОДУЛИ И ЗАСЫПИ НА ЭКСТРАКТИВНОСТЬ ПИВА.... 216
Нұрланбек А.Д., Бижанова А.С., Молдакалыкова А.Ж.,
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИГРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ СОЗДАНИЯ..... 224
Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Мекебаев Н.О.
ГОЛОСОВАЯ ГЕНДЕРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ..... 229
Исабек А., Сулиев Р. Н., Кесикбаева Г., Султанова Н., Богданчиков А.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ БУКОВ ПРИ ПИСЬМЕННЫХ ПЕРЕХОДАХ В КАЗАХСКОМ АЛФАВИТЕ В СООТВЕТСТВИИ С АНАЛИЗОМ БОЛЬШИХ ДАННЫХ..... 234

Альтаева Ж.Ж., Битилеуова З.К., Муратбекова Г.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЕЗДООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТВЕРДОМ ГРАФИКЕ
ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ..... 237
Альтаева Ж.Ж., Айкумбеков М.Н., Муратбекова Г.В.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ
СПОСОБНОСТИ НА УЧАСТКЕ БЕЙНЕУ – ШАЛКАР..... 244
Рысбиева А.К., Данлыбаева А.К.
МОНИТОРИНГ ЗНАЧЕНИЙ H2S, SO2, NO2, CO В ОБРАЗЦАХ, НАХОДЯЩИХСЯ
В ВОЗДУХЕ ВБЛИЗИ ТЭЦ..... 247
Зубова О.А., Таныбаева А.К., Абубакирова К.Д., Воронова Н.В., Даулетбаева М.М.
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ..... 253
Кухаренко Е.В., Айтымова А.А., Шапорева А.В., Копнова О.Л.
МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ОБУЧЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ..... 259
Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С., Пустовалова Н.И., Кожахметова Р.Н.
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ..... 263
Адранова А.Б.
КОНЦЕПЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ СИСТЕМ
ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ НЕОБХОДИМОСТИ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ..... 268
Маматнабиев Ж., Сулиев Р., Джантаев Р.
ОБЗОР IOT ПЛАТФОРМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА..... 273
Байқоныс А.
ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ: ВИДЫ И СОСТАВЛЯЮЩИЕ
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ..... 279
Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ., М. Чеккарелли
ТЕРМИНОЛОГИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ..... 285
Жетенбаев Н.Т., Балбаев Ғ.Қ., М. Чеккарелли., Исабеков Ж.Н.
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ..... 292
Мусагулова Г.Ш., Байшоланова К.С., Муратова Г.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ
РЕШЕНИЙ ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПОЛИТИКИ..... 295
Бектемиров Р.И.
ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
ДЛЯ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ..... 299
Барменкулова Т.А.
SWOT АНАЛИЗ СТАНДАРТА СТ РК ISO 21500-2014
«РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ»..... 304
Бегимбетова А.С.
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОТВОДА СТОЧНЫХ ВОД НА РЕЛЬЕФ
МЕСТНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМОГО СБРОСА..... 308
Жолаев Т.К. , Сатыбалдиева Р.Ж.
ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В ПОСТРОЕНИИ SAAS МОДЕЛИ С СИСТЕМОЙ
УПРАВЛЕНИЯ АРЕНДАТОРОВ..... 313
Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Артыкбаев Д.Ж., Байболов К.С
НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙСМОПРОСАДОЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ
ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ..... 319
Нысанбаева С.Қ., Тұрлыбекова Г.Қ., Исмагулова М.Ш.
ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКИХ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК..... 324
Нысанбаева С.К., Турлыбекова Г.К.
РАЗРАБОТКА АКУСТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕРА ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОГЛОЩЕНИЯ
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД..... 328
Туркебаева К.
РОЛЬ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНЫХ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН..... 333
Оспан Б.С.
ЯМР-ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПИТКИ БУМАГИ ЖИДКОСТЬЮ..... 337
Баймакова У.Ж., Абдураимова Б.К.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ
БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ..... 342
Кухаренко Е.В., Оспанова Г.
МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ..... 347

Уматай Н., Нурахов Е.С., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.
КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ..... 351
Мухамедова Н.М., Скаков М.К., Батырбеков Э.Г., Мухамедов Н.Е.
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СПЕКАНИЯ НА ТОНКУЮ СТРУКТУРУ КАРБИДОКРЕМНИЕВОЙ КЕРАМИКИ..... 357
Сураев А.С., Скаков М.К., Виелеба В.К.
РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНОЙ ЗОНЫ И КАМПАНИИ ГАЗООХЛАЖДАЕМОГО РЕАКТОРА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО..... 362
Абдуллин Х.А., Исмаилова Г.А., Калкозова Ж.К., Жумагулов С.К.
ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДА СУПЕРКОНДЕНСАТОРА ИЗ НАНОПОРОШКОВ ГИДРОКСИДА КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ..... 369
Байкенжеева А.С., Имангалиева А.К.
СОСТАВЛЕНИЕ РЕЕСТРА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В РАМКАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ..... 374
Конакбай З.Е., Асильбекова И.Ж., Гармаш О.В.
СИСТЕМЫ В АВИАКОМПАНИЯХ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ БИЗНЕС ПЕРЕВОЗКАМИ В КАЗАХСТАНЕ..... 379
Курмашев И.Г., Никишина О.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АГЕНТНОГО ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ..... 382
Лобач Н.В., Демьяненко А.В.
К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ..... 386
Суйгенбаева А.Ж., Сакибаева С.А., Болысбек А.А., Жунисбекова Д.А., Байысбай О.П., Тлеуова А.Б.
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФФУЗИИ..... 388
Диханбаева Ф.Т., Тастурганова Э.Ч.
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКОВ В БИОНАПИТКАХ НА ОСНОВЕ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА..... 392
Бектибай Б., Нурсапаев А.
СПОСОБ ПРИНЯТИИ ПРАВИЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ..... 395
Кажымурат А.Т., Тунгышбаева У.О., Уажанова Р.У., Ахметсадыков Н.Н., Тютенов К.С., Саез А.С.
СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОЛЛАГЕНОВОМ ГИДРОЛИЗАТЕ..... 399
Голубев В., Левданский А., Чиркун Д., Сарсенбекулы Д., Жумадуллаев Д.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗО-ЦЕНТРОБЕЖНОГО КЛАССИФИКАТОРА..... 401
Мусапирова Г. Д., Болатов О.К.
РАЗРАБОТКА КОНВЕРТОРА QAZLAT..... 408
Жукебаева Т.Ж., Жамелов Р.Ж.
ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ..... 415
Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Абибуллаев С.Ш., Алданазаров К.Т.
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛИ ДОСТАВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ ЧЕРЕЗ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР..... 420
Лахно В.А., Еркелдесова Г.Т., Оралбекова А.О., Абуова А.К.
СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ..... 425
Курбаниязов С.К., Аллашов Б.Д., Абдрасилов Б.С., Аймбетова И.О., Тойчибекова Г., Калмаганбетов М.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕШЕННОГО ПОСЕВА ДОННИКА БЕЛОГО СО ЗЛАКОВЫМИ КОМПОНЕНТАМИ И ОВСА СОРТА «УЗБЕКСКИЙ ШИРОКОЛИСТНЫЙ»..... 430
Курбаниязов С.К., Аллашов Б.Д., Абдрасилов Б.С., Аймбетова И.О., Тойчибекова Г., Калмаганбетов М.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОРОДНОСТИ И МЕЛИОРАТИВНОСТИ СОРТОВ СОРГО..... 434
Манбетова Ж.Д., Чежимбаева К.С., Абдимуратов Ж.С.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ, WI-FI РОУТЕРОВ И МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ..... 440
Мусабаев Б.К., Камзина А.Д., Аримбекова П.М., Абибуллаев С.Ш., Токтамысов Б.А.
КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ЦЕПЯМИ..... 443
Сырманова К.К., Алипбекова Ж.К., Боташев Е.Т., Калдыбекова Ж.Б., Сулейменова М.Т.
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОБИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО..... 447

Достияров А.М., Достиярова А.М., Садыкова С.Б., Картджанов Н.Р.
МИКРОМОДУЛЬНЫЕ ВОЗДУШНЫЕ ФОРСУНКИ ДЛЯ КОЛЬЦЕВОЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД…… 451
Генбач А. А., Джаманкулова Н. О.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ФРУКТОВ……. 456
Мурзахметов А.Н., Бейсов Н.К.
АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ..... 462
Токтаров А., Молдабаев С.
РАЗРАБОТКА ПЕРЕГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ ЦПТ ДЛЯ СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЙ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ…… 465
Токтаров А., Молдабаев С.
РАЗВИТИЕ ГОРНОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ…….. 471
Грищенко В.Ф., Төлендіұлы С., Нурланкызы А.
СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗРЯДОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ…….. 478
Сейдалиева У.О., Илипбаева Л.Б., Утебаева Д.Ж., Смайлов Н.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНИКОВ В ЗОНАХ ОГРАНИЧЕННОГО ПОЛЕТА..... 483
Адилказы Б.Н., Бахтияр Б.Т., Отынчиева М., Умышев Д., Шаймерден Б.М.
ИСПЫТАНИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ПТВМ-100..... 488
Шуйтенов Г.Ж., Садвакасова К.Ж., Закирова А.Б.
РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ……... 495
Шуйтенов Г.Ж., Садвакасова К.Ж., Закирова А.Б.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИС В ОБРАЗОВАНИИ НА ОСНОВЕ ФРЕЙМВОРКОВ..... 499
Сейтбекова Е.С., Асилбеков Б.К., Кульджабеков А.Б., Бейсембетов И.К.
НОВЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПОТОКА ВЕЛОСИПЕДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕНЗОРНОЙ МОДЕЛИ…….. 503
Панюкова Д.В., Ширяева О.И.
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ……. 509
Сырнев Б.В., Миргородский С.И., Миргородский Л.С., Серая Н.В.
ПОЛУЧЕНИЕ ГОМОГЕННЫХ ЗАГОТОВОК СПЛАВА НА ОСНОВЕ ТИТАНА С ЗАДАННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ…….. 514
Ермуханова Н.Б., Танжарыков П.А., Керимбекова З.М., Шайхислам Г.Б.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ПЕРСОНАЛ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ……. 520
Атанов С.К., Бигалиева А.З.
РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕРУЛЯТОРА LQG ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОМОЛА……. 526
Булатов Н.К., Тойлыбаев А.Е., Булатова Ж.Т.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДА МЕТАНА В БИОРЕАКТОРЕ, РАБОТАЮЩЕМ ПО ПРИНЦИПУ ПОЛНОГО СМЕШИВАНИЯ…….. 533
Кайбасова Д.Ж.
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА КОЛЛЕКЦИИ РАБОЧИХ УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОРПУСА ТЕКСТОВ……. 541
Булатов Н.К., Тойлыбаев А.Е., Ахметжанова А.Б.
ОБЗОР ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ОТХОДОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ТИПА В ПРОЦЕССЕ МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ……. 546
Мажренова Н.Р., Баймаханов Г.А., Утепов Е.О., Ахмет Д.Н., Хайрошева С.Б.
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СМК В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТАНДАРТА ИСО 9001-2015……. 550
Курбаниязов С.К., Хидиров К.И., Кутлиева Г., Тойчибекова Г., Калмаганбетов М.Б.
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНСЕРВАНТА «БАКТОСИЛ» НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ БЫЧКОВ……. 554
*Закенов С.Т., Нуршаханова Л.*К.
ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ И ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ……. 557
Ерментаев А.Б., Абдураимова Б.К., Тукенова Л.М.
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ В МЕСТНЫХИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ…….. 561
Иманбаева М.Ж., Абдураимова Б.К.
ОБЛАЧНОЕ ХРАНИЛИЩЕ ДАННЫХ……. 569

Бекжапбаров Б.С., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛИЦОВКИ ПОЛИМЕРБЕТОНОМ ОТКРЫТЫХ РАБОЧИХ КОЛЕС ПОГРУЖНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ…….. 575
Утегенова М., Саденова М., Азаматов Б., Догадкин Д.
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ СИНТЕЗА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ…… 580
Капаров К.К., Луцак С.М.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ-ТРЕНАЖЕРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»…… 586
Кишибаев К.К., Асылханов Ж.С., Атчабарова А.А., Токпаев Р.Р., Проценко О.А., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Калугин С.Н.
ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ КЕ-5 НА ВСХОЖЕСТЬ ЗЕРЕН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, КУКУРУЗЫ И СОИ…….. 593
Жатканбаева Э.А., Мурзахметова У.А.
ПРИНЦИПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СЕТИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ……... 598
Зубова О.А., Таныбаева А.К., Абубакирова К.Д., Воронова Н.В.
ОБЗОР ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ..... 602
Жанбырбаев Б., Досказиева Г.Ш., Сагызбай М., Куангалиев З.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ГОРЯЧИМ ПАРОМ…… 609
Отаров Е. Ж., Бегайдаров Б. А., Рахатов Т. Д., Исмаилов Ч. У.
АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА В РАБОЧЕЙ СРЕДЕ НА ЗАВОДЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)..... 613
Утегулов Б.Б., Утегулов А.Б., Кошкин И.В.
НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МИНИГЭС В РЕКЕ ТОБОЛ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН……... 618
Мухамеджанова А.Д., Туманбаева К.Х.
АНАЛИЗ ТРАФИКА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ M2M…….. 626
Кантарбаева А.Д., Бекеева С.А., Князов Е.Ж.
УСЛОВИЯ ТРУДА И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ РАБОТНИКОВ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ…… 631
Бектимиров А. Т., Тохтибакиев К.К., Нургалиева С.А.
ВЕРИФИКАЦИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ WAMS И ПРОГРАММЫ PSCAD …….... 636

Физико-математические науки

Смолова Е., Салыкова О.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЧЕТЫРЕХНОГОГО РОБОТА В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ…… 640
Кошкарбаев Н.М., Торебек Б.Т.
О СИНГУЛЯРНЫХ РЕШЕНИЯХ ТИПА БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ КДФ-ББМ……. 644
Мустафин М.А., Алмуратова Н.К., Даримбаева Н.И.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА …. 650
Сагадатова Н.Ж., Кедрук Е.Ю., Байгаринова Г.А., Гриценко Л.В., Абдуллин Х.А.
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТОВ ZnO/CuO ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ФОТОИНДУЦИРОВАННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ……. 654
Нұрқасымова С.Н., Жаныс А.Б.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ MAPLE ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО КОЛЕБАТЕЛЬНОМУ ПРОЦЕССУ..... 661
Амангельды Н.К., Алтайбаева А.Б., Разина О.В., Цыба П.Ю., Меирбеков Б.
СТАТИЧНО-СФЕРИЧЕСКИЕ СИММЕТРИЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОДКЛАССА МОДЕЛЕЙ ХОРНДЕСКИ…… 665
Бекибаев Т.Т., Рамазанова Г.И.
ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВА……... 674
Ахметова Г.А., Разина О.В., Цыба П.Ю., Жасыбаева М.
ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ С ФЕРМИОННЫМ И ТАХИОННЫМ ПОЛЯМИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ ЧЕРЕЗ ПОТЕНЦИАЛ ТИПА-ЮКАВЫ..... 683

Турусбекова У.К.
НАХОЖДЕНИЕ НЕПРИВОДИМЫХ МНОГОЧЛЕНОВ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА…… 691
Маматова Г.У., Балгабек А.А., Бекаулова Ж.М., Толганбаева Г.А., Омарова Р.Д.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ DATA MINING ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ……... 697
Темірханов Ә.Б., Инкарбеков М.К., Асилбеков Б.К.
УЗЛОВОЙ МЕТОД РАЗРЫВНОГО ГАЛЕРКИНА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРУПНЫХ
ВИХРЕЙ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ…… 703
Шакенова Р.К.
ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ……... 710
Карпушенко Р.В., Сейткулова Ж.Н.
РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ТРЕТЬЕЙ И ЧЕТВЕРТОЙ СТЕПЕНЕЙ В
ПРИМЕРАХ И ПРИЛОЖЕНИЯХ……... 713
Советова Ж.С., Омарқұл Ж.М., Токмолдин Н.С.
ПОТЕНЦИАЛ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОГЕНЕРАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ СОЛНЕЧНЫХ
КОЛЛЕКТОРНЫХ УСТАНОВКАХ…….. 721
Омарқұл Ж.М., Советова Ж.С., Токмолдин Н.С.
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ,
ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ НІТ…….. 727
Кузенбаев Б., Абаева Б.
ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БУХГАЛТЕРСКОГО
УЧЕТА…… 731
Аджан Б.З., Инкарбеков М.К., Асилбеков Б.К., Бейсембетов И.К.
ЛИМИТЕРЫ ДЛЯ МОДАЛЬНОГО РАЗРЫВНОГО МЕТОДА ГАЛЕРКИНА..... 736
Тукенова Л.М.
ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА С БИГАРМОНИЧЕСКИМ ОПЕРАТОРОМ…… 742
Сатыбалдиев О.С.
РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ... 746
Берденова Б.А.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДОКРИТИЧЕСКОЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ
АДСОРБЦИИ СО2 НА АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ……... 751
Тугелбаева Г.Т., Рсалиева А.А.
АНАЛИЗ СОЛНЕЧНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ МЕТОДОМ НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЗИКИ..... 756
Маматова Г.У., Беркутбаева Р.А., Бекаулова Ж.М.
ЗАДАЧА ОБ ИЗГИБЕ УПРУГОЙ НЕОДНОРОДНОЙ ПЛАСТИНЫ В НЕРАВНОМЕРНОМ
ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ……. 760
Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н, Коданова Ш.К.
МНОГОКРИТЕРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ НЕЧЕТКОЙ ИНФОРМАЦИИ 766
Оспанова А.О., Дуйсенов Н.Ж., Кошкинбаева М.Ж.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОЦЕССА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ
СТИРОЛА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ…….. 774
Амангельды Н.К., Алтайбаева А.Б., Разина О.В., Цыба П.Ю., Меирбеков Б.
СТАТИЧНО-СФЕРИЧЕСКИЕ СИММЕТРИЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОДКЛАССА
МОДЕЛЕЙ ХОРНДЕСКИ ……... 779
Ысмағұл Р.С., Кәрім А.О., Хамитбеков Ж.Р.
РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В ГИЛЬБЕРТНОМ
ПРОСТРАНСТВЕ..... 788
Темірханов Ә.Б., Инкарбеков М.К.
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ БЮРГЕРСА С ПОМОЩЬЮ
РАЗРЫВНОГО МЕТОДА ГАЛЕРКИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИМИТЕРА……. 792

Химико-металлургические науки

Мурадов А.Д., Қырықбаева А.А., Жумадиллаев К.Н., Жексенбаева Г., Примкулова Ж.Е.
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ
ПЛЕНОК..... 799
Бахытжан Е.Г., Есалы Н.Е., Рахымбай Г.С., Аргимбаева А.М., Авчукир Х.
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ,
ИХ ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА…… 803
Валиев Х.Х., Булаев А.Г., Бугубаева А.У., Амандыкова А.Б., Симанчук Е.А.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ИЗВЛЕЧЕНИЯ УРАНА ИЗ
БЕДНОЙ РУДЫ……. 811

Бестереков У., Кыдыралиева А.Д., Ураков К.Н., Болысбек А.А., Петропавловский И.А.
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОЛУЧЕНИЮ NPK - УДОБРЕНИЙ С РЕГУЛИРУЕМЫМ СООТНОШЕНИЕМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ……. 816
Жукебаева Т., Амантай Д.
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК МЕЛЮЩИХ ШАРов МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРОВАННЫМ МОДЕЛЯМ (ЛГМ-ПРОЦЕСС)……... 820
Кемелбекова А.Е., Мухамедшина Д.М., Мить К.А., Мошников В.А.
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ZnO:Eu……. 824
Бейсенбаев О.К., Кенесбек М.Н., Иса А.Б., Туремуратов Р.С., Артыкова Ж.К.
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕПРЕССАТОРОВ НА ОСНОВЕ БУТИЛМЕТАКРИЛАТА, МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ОЛЕИНОВОЙ И ФУМАРОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ…… 830
Бейсенбаев О.К., Кенесбек М.Н., Иса А.Б., Туремуратов Р.С., Танашев С.Т.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕПРЕССОРА НА ОСНОВЕ БУТИЛМЕТАКРИЛАТА, МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ОЛЕИНОВОЙ И ФУМАРОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ НА КИНЕМАТИЧЕСКУЮ ВЯЗКОСТЬ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВЫХ МАСЕЛ……... 838
Кедельбаев Б.Ш., Лаханова К.М., Изтлеуов Г.М., Колесников А.С., Дайрабаева А., Аскербекова А., Досбаева А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО ГИДРИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА В ПРИСУТСТВИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ 843
Сейткулова Ж.Н., Тулешева Г.А., Мурзасаимова К.Д.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УГНЕТЕНИЯ СКОРОСТИ ОДНОЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ КОНКУРЕНТНЫМ ИНГИБИТОРОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ РЕАГЕНТОВ НА PYTHON……. 850
Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Абжан К.Н., Кашаган А.Д., Желдибай М.А.
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ШЛАКА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ CU, PB, AS, AU, AG МЕЖДУ ШТЕЙНОМ И ШЛАКОМ ПРИ ПЛАВКЕ ПОЛУПРОДУКТОВ И ОБОРОТНЫХ МАТЕРИАЛОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА……. 855
Хаваза Т.Н., Токпаев Р.Р., Ибраимов З.Т., Атчабарова А.А., Наурызбаев М.К.
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ИТТРИЯ И ЛАНТАНА ИЗ КАЗАХСТАНСКОГО ФОСФОГИПСА …… 862
Шаяхметов Н.М., Құрмансейіт М.Б., Айжулов Д.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОСТИ РЕЖИМОВ ГЕКСОГОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ВСКРЫТИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ МИНЕРАЛА МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ... 867
Акбердин А.А., Ким А.С., Султангазиев Р.Б., Карбаев М.М.
УГЛЕТЕРМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ БОРА И БАРИЯ ИЗ ОКСИДОВ……... 873
Ахметкалиева М.Ш., Сасыкова Л.Р., Батырбаева А.А., Аубакиров Е.А., Ажигулова Р.Н.
СОЕДИНЕНИЯ ЦИНКА И СВИНЦА В СВЕТЛОКАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ОСТРОВА «ПОЛКОВНИЧИЙ» (СЕМИПАЛАТИНСК, КАЗАХСТАН)…… 878
Назарбек У.Б., Бестереков У., Камбатыров М.Б., Абдибасил А.
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ 885
Луганов В.А., Чепуштанова Т.А., Гусейнова Г.Д., Меркибаев Е.С., Байгенженов О.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДА НА ПОКАЗАТЕЛИ СУЛЬФИДИРОВАНИЯ ЗОЛОТОМЫШЬЯКОВОГО КОНЦЕНТРАТА В УСЛОВИЯХ «КИПЯЩЕГО СЛОЯ» ……... 888
Левданский А., Опимах Е., Волненко А., Жумадуллаев Д.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕСС ФЛОТАЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ПЛАСТМАСС……. 893
Шабдан Е., Диханбаев К.К., Цзин Чжан, Жумабай Б., Секербаев К. С., Таурбаев Е. Т., Байганатова Ш.Б., Тлеубаева И. С.
СОЗДАНИЕ НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО ДИСПЕРСНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА НИКЕЛЯ (NiO_X)…… 901
Шарипов К.О., Батырбаева А.А., Сасыкова Л.Р., Аубакиров Е.А., Ажигулова Р.Н.
АНТРОПОГЕННЫЕ ТОКСИКАНТЫ ЗЕМЕЛЬ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА..... 907

CONTENTS

Earth sciences

Atygayev A.B., Mukanova G.A., Voronova N.V., Urymbayeva A.A., Bimaganbetova A.O.
STUDY OF FEATURES OF FORMATION AND ACCUMULATION OF ROCKET FUEL COMPONENTS IN PLANTS…… 3
Ismagulova S.M., Janaleyeva K.M., Saipov A.A., Berdenov Zh.G.
GEOGRAPHY OF POPULATION MIGRATION PROCESSES OF KOSTANAY REGION FOR YEARS OF INDEPENDENCE OF THE COUNTRY…….. 9
Kurbaniyazov S.K., Umbetov U.U., Aimbetova I.O., Abdimutalip N.A., Nugmanov E.
GEOLOGICAL RESEARCH PALOGEOGRAPHIC CONDITIONS OF FORMATION OF THE UNION AND YAROSLAV KAOLIN DEPOSIT……. 16
Bostanbekov K.A., Yunicheva N.R. , Alimova A.N.
CREATING AN ARCHIVE OF HISTORICAL DATA OF GLOBAL CLIMATE MODELS FROM CMIP5 LIST (COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT)……. 23
Abetov A.E., Uzbekov A.N.
DEEP STRUCTURE OF CENTRAL KAZAKHSTAN..... 28
Abdullaev A., Zhunisbekov T., Myrzagazieva G.
HYDROGEOCEMICAL PRECURSORS OF STRONG EARTGUAKES ANOMALIES IN ALMATY PROGNOSTIC AREA……. 34
Ozgeldinova Zh.O., Khamzin E.M., Mukaev Zh.T., Zhanguzhina A.A., Tenkebaeva Zh.F.
STRUCTURAL ANALYSIS OF NATURAL-LANDSCAPE DIFFERENTIATION OF THE KENGIR RIVER BASIN…… 40
Nurtazina N., Berdenov Zh. G., Jan A. Wendt
USE OF GIS TECHNOLOGY METHODS IN MONITORING OF DEGRADED LANDS (ON THE EXAMPLE OF THE NORTH-EASTERN PART OF THE CASPIAN SEA)…….. 43
Kubesova G.T., Abdreeva S.T.
PROBLEMS OF RECREATIONAL USE OF SPECIALLY PROTECTED ZONES (on the basis of Turgai State Nature Reserve)..... 48
Baibatsha A.B.
GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF FORECAST PROMISING BLOCKS OF THE ARGANATY DISTRICT…… 55
Turumbetov T., Bekseitova P., Kurmanbayev O.
GEODESIC SUBSTANTIATION OF EXPLORATION WORKS AT THE EASTERN SARYOBA FIELD……. 60
Ozgeldinova Zh., Ospan G.
METHODOLOGICAL BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF THE OPTIMAL STRUCTURE OF NATURE LANDSCAPES BASED ON LANDSCAPE ECOLOGICAL ANALYSIS USING REMOTE SENSING/GIS TECHNOLOGIES …….. 64
Abdullina A.G., Saparov K.T.
THE PLACE AND THE DISTRIBUTION OF PHYTONYMS AND ZOONYMS IN DETERMINING THE DYNAMICS OF LANDSCAPES IN AKTOBE REGION…… 67
Kurmankozhaev A.K.
THE METHOD OF QUALIMETRIC PREPARATION OF ORE DEPOSITS FOR CALCULATING THEIR GEOLOGICAL RESERVES…… 73
Zhussupova I.M.
INFLUENCE OF SOIL PROPERTIES ON THE QUALITY OF LIVESTOCK PRODUCTS IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL ZONES……. 82

Technical Sciences

Kantureyeva M., Murzin F., Uspanova A.
TRANSPORT SYSTEM: WITH REGULAR INTERSECTIONS AND WITH LEARNING INTERSECTIONS (Q-LEARNING)..... 88
Zhumabayev M. G.
MATCHING OF GEOPHYSICAL DATA INTERPRETATION OF LOGGING AND CORE MATERIAL OF URANIUM DEPOSITS..... 91
Amangeldina D.
COAL BED METHANE METHODS PRODUCTION..... 96
Mekhtiyev A.D., Yugai V.V., Al'kina A.D., Mekhtiyev R.A.
IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF THE AUTONOMOUS THERMAL POWER PLANT BASED ON STIRLING ENGINE BY CHANGING OF DESIGN..... 100

Umarova Zh.R., Yelbergenova G.Zh., Kemelbekova Zh.S.
COMPARATIVE ANALYSIS OF NETWORK PRINCIPLES DESIGNING FOR DIGITALIZATION..... 106
Kartbayev T.Zh., Lakhno V.A., Malikova F.U., Turgynbayeva A.A.
A MEANINGFUL METHOD OF IDENTIFICATION OF OBJECTS OF KNOWLEDGE
BASES AND EXPERT SYSTEMS DECISION SUPPORT..... 109
Nurakhova A.K., Kuanyshbai A.M., Kiyalbaev A.K.
SUPERHYDROPHOBIC COATINGS ON ASPHALT CONCRETE SURFACES..... 117
Konakbay Z.E., Garmash O.V.
ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF THE AMADEUS DISTRIBUTION SYSTEM IN KAZAKHSTAN... 121
Bektemyssova G.U., Tagauova R.Z., Akim A.M.
DIRECTORY CONSOLIDATION..... 125
Akpanbetov D., Nurumov A., Toygozhinova Zh., Kuandik A.
ENERGY EFFICIENT ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM OF SRP 130
Toyganbaeva N.A., Tyulepberdinova G.A., Gaziz G.G., Adilzhanova S.A., Sakypbekova M.Zh
METHODOLOGICAL AND RESOURCE BASES FOR THE USE OF PORTAL IN EDUCATION..... 137
Sansyzbay L.Zh., Orazbayev B.B.
MODELING THE OPERATION OF ROOM MICROCLIMATE CONTROL
SYSTEM BASED ON A FUZZY CONTROLLER..... 142
Polatova Zh.B., Bektemesov A.T.
THE MECHANISM OF FUNCTIONING OF THE PAYMENT SYSTEM BASED ON
CRYPTOCURRENCY..... 150
Aitulen A.D., Mukhanov S.B.
PROCESSING, IDENTIFICATION AND RECOGNITION BY VIOLA-JONES METHOD..... 155
Muratov D.A., Serikkanov A.S., Almasov N.Zh., Aimaganbetov K.P., Nemkayeva R.R.
PECULARITIES OF STRUCTURE OF THIN WS_2 FILMS GROWTH BY CVD..... 162
Muratov D.A., Shaikenova A.A., Mereke A.L., Umirzakov A.G., Rakymetov B.A., Beysenov R.E.
TRANSFER OF GRAPHENE LAYERS OBTAINED BY CHEMICAL VAPOR
DEPOSITION ON A COPPER SUBSTRATE..... 168
Sarsembayeva B., Beissenova E.
ELECTRODE MATERIALS FOR HIGH-CAPACITY LITHIUM - ION BATTERIES:
REVIEW OF MODERN CONDITION..... 172
Yerkebulan G.T., Kulikova V.P.
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DETECTION SYSTEMS OF CROSS-LANGUAGE
(TRANSLATIONAL) PLAGIARISM..... 178
Seitzhanov E.M., Yeleuken D.Z., Zholayev T.K.
DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL ARCHITECTURE FOR THE MULTITENANT
SAAS APPLICATION PLATFORM..... 183
Seitzhanov E.M., Yeleuken D.Z., Sembina G.K.
The Way to Build Multi-Tenant SaaS Application With Monitoring and SLA.. 192
Abdibattayeva M.M., Itzhanova K.S., Zhanibekov B.B., Almatova B.G.
DEVELOPMENT OF SAFE METHODS FOR PROCESSING
PETROLIUM-CONTAMINATED WASTE..... 198
Tatybaev M.K., Povetkin V.V., Zholmyrzaeva R
INTENSIFICATION OF PROCESSES OF BURNING IN THERMOTOOLS FOR
DESTRUCTION OF ROCKS..... 205
Aitchanov B., Baimuratov O., Abdinurova N., Turanov D., Selbayev A.
ANALYSIS OF QUANTUM SYSTEMS AND ITS APPLICATION IN THE
FORMATION OF A TOKEN..... 209
Zaurbekov N.S., Asylbekov A.A., Kozybayev A.K., Nabiyeva Zh.S.
MODELING OF THE INFLUENCE OF A MIXTURE OF BEER AND WATER
HYDROMODUL EXTRACTIBLE..... 216
Nurlanbek A., Bizhanova A., Moldakalykova A.
COMPUTER GAMES AND THEIR PRODUCTION TECHNOLOGIES..... 224
KalimoldayevM ., Mamyrbaev O., Mekebayev N.
VOICE GENDER CLASSIFICATION USING MACHINE LEARNING..... 229
Issabek A., Suliyev R., Kessikbayeva G., Sultanova N., Bogdanchikov A., Orynbekova K.
MODELLING OF CRITICAL LETTER TRANSMISSIONS IN KAZAKH ALPHABET
ACCORDING TO BIG DATA ANALYSIS..... 234
Altaeva Zh., Bitileuova Z., Muratbekova G.
STUDY OF TRAIN FORMATION WITH A SOLID SCHEDULE OF FREIGHT TRAINS..... 237
Altaeva Zh., Aikumbekov M., Muratbekova G.
EFFICIENCY OF MEASURES TO INCREASE CAPACITY ON THE
«BEINEU – SHALKAR SECTION» 244

Rysbieva AK, Danlybaeva A.K.
MONITORING OF THE H2S, SO2, NO2, CO VALUES IN AIRBORNE SAMPLES
NEAR THE THERMAL POWER PLANT..... 247
Zubova O.A., Tanybaeva A.K., Abubakirova K.D., Voronova N.V., Dauletbayeva M.M.
MODERN HEAT-INSULATING MATERIALS IN CONSTRUCTION..... 253
Kuharenko E., Aitymova A., Shaporeva A., Kopnova O.
MODELS OF LEARNING MANAGEMENT IN THE ORGANIZATIONAL SYSTEM..... 259
Safaraliev B.S., Kolyeva N.S., Pustovalova N.I., Kozhakhmetova R.N.
MODELING OF THE MECHANISM OF FUNCTIONING OF EDUCATIONAL SYSTEMS..... 263
Adranova A.B.
THE CONCEPT OF ORGANIZATION OF INFORMATION FLOWS OF DISTANCE EDUCATION
SYSTEMS, TAKING INTO ACCOUNT THE NEED TO ENSURE THEIR CYBERSECURITY..... 268
Mamatnabiyev Z., Amirgaliyev Y., Jantayev R.
SURVEY OF IOT PLATFORMS USED IN MONITORING SYSTEMS..... 273
Baikonys A.
THE ORGANIZATION OF DISTANCE LEARNING:
TYPES AND COMPONENTS OF DISTANCE LEARNING..... 279
Zhetenbaev N.T., Balbayev G.K., Ceccarelli M.
TERMINOLOGY AND CLASSIFICATION OF EXOSKELETONS..... 285
Zhetenbaev N.T., Balbayev G.K., Ceccarelli M.., Issabekov Zh.N.
BRIEF HISTORY OF EXOSKELETONS..... 292
Mussagulova G.Sh., Baisholanova K.S., Muratova G.
USING NEURAL NETWORKS TO MAKE EFFECTIVE INVESTMENT POLICY DECISIONS..... 295
Bektemirov R.
OVERVIEW OF SOFTWARE TOOLS AND PROGRAMMING LANGUAGES
FOR BIG DATA ANALYSIS..... 299
Barmenkulova T.
SWOT ANALYSIS OF THE ST RK ISO 21500-2014
“PROJECT MANAGEMENT GUIDELINES” STANDARD..... 304
Begimbetova A.S.
ECOLOGICAL RATIONALE FOR WASTEWATER DISCHARGE ON RELIEF OF THE TERRAIN
WHEN DETERMINING THEIR MAXIMUM PERMISSIBLE DISCHARGE..... 308
Жолаев Т.К., Сатыбалдиева Р.Ж.
A PROCESS DRIVEN APPROACH IN BUILDING SAAS APPLICATION
WITH TENANT THE MANAGEMENT SYSTEM..... 313
Rasulov H.Z., Rasulov R.Kh., Artykbayev D.Zh., Baybolov K.S.
NATURAL RESEARCHES OF SEISMIC DEFORMATION OF FOREST SOILS..... 319
Nyssanbaeva S.K., Turlybekova G.K., Ismagulova M.
PRODUCTION AND APPLICATION OF THIN MAGNETIC FILMS..... 324
Nyssanbaeva S.K., Turlybekova G.K.
DEVELOPMENT OF ACOUSTIC INTERFEROMER FOR RESEARCH OF
COEFFICIENT OF ULTRASONIC ABSORPTION OF CONDENSED MEDIA..... 328
Turkebayeva K.
THE ROLE OF PROJECT MANAGEMENT IN THE IMPLEMENTATION OF PRIORITY
GOVERNMENT PROJECTS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN..... 333
Ospan B.S.
NMR INVESTIGATION OF LIQUID IMPREGNATION IN PAPER..... 337
Baimakova U.Zh., Abduraimova B.K.
DEVELOPMENT OF A HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX BASED ON BIOMETRIC DATA..... 342
Kuharenko E., Ospanova G.
REGULATORY INTEGRITY MODELS..... 347
Umatay N., Nurakhov Y.S., Imankulov T.S., Akhmed-Zaki D.Zh.
CLASSIFICATION OF DATA TO OPTIMIZE THE DEVELOPMENT OF OIL FIELDS..... 351
Mukhamedova N.M., Skakov M.K., Batyrbekov E.G., Mukhamedov N.Ye.
SINTERING TEMPERATURE EFFECT ON FINE SILICON-CARBIDE CERAMIC STRUCTURE..... 357
Surayev A.S., Skakov M.K., Wieleba W.K.
CHARACTERISTICS CALCULATION OF THE CORE AND THE CAMPAING
OF A GAS-COOLED REACTOR USING THE MONTE CARLO METHOD..... 362
Abdullin Kh.A., Ismailova G.A., Kalkozova Zh.K., Zhumagulov S.K.
PREPARATION OF SUPERCAPACITOR ELECTRODE BASED ON THE
COBALT AND NICKEL HYDROXIDE NANOPOWDERS..... 369
Baykenzheeva A, Imangalieva A.
PREPARATION OF THE REGISTER OF OCCUPATIONAL HAZARDS AT

ENTERPRISES IN THE FRAMEWORK OF EMPLOYEE SAFETY..... 374
Konakbay Z.E., Asilbekova I.Zh. , Garmash O.V.
SYSTEMS USED IN AIRLINES CARRYING BUSINESS IN KAZAKHSTAN..... 379
Kurmashev I., Nikishina O.
STUDY THE POSSIBILITY OF APPLYING AGENT-BASED APPROACH TO
MODELING DEMOGRAPHIC PROCESSES..... 382
Lobach N., Demyanenko A.
TO THE QUESTION OF CREATING A DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM
WHILE PLASMA SPRAYING TECHNOLOGICAL PROCESS..... 386
Suigenbayeva A.Zh., Sakibayeva S.A., Bolysbek A.A., Zhunisbekova D.A., Baiysbay O.P., Tleuova A.B.
METHODOLOGY FOR DETERMINING THE FRACTAL DIMENSION OF A RUBBER
COMPOUND BASED ON THE MEASUREMENT OF EFFECTIVE DIFFUSION COEFFICIENTS..... 388
Dikhanbaeva F.T., Tasturganova E.CH.
THE STUDY OF PROTEIN CONTENT IN BIODRINKS BASED ON CAMEL'S MILK..... 392
Bektibai B., Nursapayev A.
METHOD OF RIGHT DECISIONS MAKING IN INDUSTRIES..... 395
Kazhymurat A.T., Tungyshbayeva U.O., Uazhanova R.U., Akhmetsadykov N.N., Tiutenov K.S., Sayez A.S.
CONTENTS OF HEAVY METALS IN COLLAGEN HYDROLYSATE..... 399
Golubev V., Leudanskii A., Chirkun D., Sarsenbekuly D., Zhumadullayev D.
EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDIES OF THE GAS-CENTRIFUGAL CLASSIFIER..... 401
Musapirova G. D., Bolatov O. K.
QAZLAT CONVERTER DEVELOPMENT..... 408
Zhukebayeva T., Zhamelov R.
THE WEAR RESISTANCE INCREASE OF CHROMIUM CAST IRON..... 415
Aikumbekov M., Kamzina A., AbibullaYev S., Aldanazarov K.
METHODOLOGY FOR DETERMINING THE DELIVERY MODEL OF PERISHABLE
GOODS THROUGH THE TRANSPORT AND LOGISTICS CENTER..... 420
Lakhno V.A., Yerkeldessova G.T., Oralbekova A.O., Abuova A.K.
MODERN INNOVATIVE DIRECTIONS OF TRAIN TRAFFIC DISPATCHING AUTOMATION..... 425
Kurbaniyazov S.K., Allashow B.D., Abdrasilov B.S., Aimbetov I.O.,
Toychibekova G.B., Kalmaganbetov M.B.
THE STUDY OF JOINT SOWING OF WHITE CLOVER WITH CEREAL
COMPONENTS AND OAT VARIETIES "UZBEK LATIFOLIA»..... 430
Kurbaniyazov S.K., Allashow B.D., Abdrasilov B.S., Aimbetova I.O., Toychibekova G.B., Kalmaganbetov M.B.
STUDY OF HOMOGENEITY AND MELIORATIVNOE SORGHUM..... 434
Manbetova Z.D., Chezhimbayeva K.S., Abdimuratov Z.S.
COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION
FROM CELLULAR BASE STATIONS, WI-FI ROUTERS AND MOBILE PHONES..... 440
Musabaev B.K., Kamzina A.D., Arimbekova P.V., Abibullaev,S.Sh. Toktamysov B.A.
CONCEPTUAL FORMULATION OF THE PROBLEM OF PLANNING AND
OPERATIONAL MANAGEMENT OF LOGISTICS CHAINS..... 443
Syrmanova K.K., Alipbekova Zh.K., Botashev E.T., Kaldybekova Zh. B, Sulemenova M.T.
ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF RUBBER-BITUMEN BINDER..... 447
Dostiyarov A.M., Dostiyarova A.M., Sadykova S.B., Kartjanov N.R.
MICROMODULAR AIR ATOMIZER FOR AN ANNULAR-TYPE COMBUSTION CHAMBER OF GTE…. .. 451
Genbach A.A., Jamankulova N.O.
THE USE OF HEAT PIPES IN FRUIT GROWING…….. 456
Murzakhmetov A.N., Beisov N.K.
ANALYSIS OF THE INFORMATION DISSEMINATION IN THE SPACE OF CELLULAR AUTOMATA… 462
Toktarov A., Moldabayev S.
THE RELOADING DEVICE DEVELOPMENT OF CYCLIC-FLOW TECHNOLOGY COMPLEXES
FOR CRAMPED CONDITIONS OF DEEP OPEN PITS……. 465
Toktarov A., Moldabayev S.
THE DEVELOPMENT OF MINING TRANSPORT SYSTEMS OF DEEP OPEN PITS…… 471
Grishchenko V.F., Tolendiuly S., Nurlankyzy A.
CIRCUIT SIMULATION MODELING OF THE EFFECTS OF DISCHARGES ON THE ELEMENTS
OF INTEGRATED CIRCUITS……..…… 478
Seidaliyeva U.O., Ilipbayeva L.B., Utebayeva D.Zh., Smailov N.K.
SURVEY ON DIFFERENT DRONE DETECTION METHODS IN THE RESTRICTED FLIGHT AREAS… 483
Adilkazy B.N., Bakhtiyar B.T., Otynchiyeva M., Umyshev D., Shaimerden B.M.
TESTS OF PTVM-100 HOT WATER BOILERS…… 488
Shuitenov G., Sadvakasova K., Zakirova A.
CLOUD STORAGE IMPLEMENTATION…….. 495

Shuitenov G., Sadvakasova K., Zakirova A.
DESIGN OF INFORMATION SYSTEM IN EDUCATION ON THE BASIS OF FRAMEWORKS…….. 499
Seitbekova E.S., Assilbekov B.K., Kuljabekov A.B., Beisembetov I.K.
NOVEL APPROACH FOR PREDICTING FLOW OF BIKES USING TENSOR MODEL…… 503
Panyukova D.V., Shiryayeva O.I.
REVIEW OF MODERN APPROACHES FOR ELECTRIC POWER CONSUMPTION FORECASTING… 509
Syrnev B. V., Mirgorodskiy S. I., Mirgorodskiy L. S., Seraya N. V.
OBTAINING OF HOMOGENEOUS TITANIUM-BASED ALLOY BILLETS WITH SPECIFIED MECHANICAL CHARACTERISTICS……. 514
Yermukhanova N.B., Kerimbekova Z.M., Tanzharykov P.A., Shaikhislam G.
MODELLING OF THE IMPACT OF RADIATION FACTORS ON THE PERSONNEL IN THE PRODUCTION OF OIL…….. 520
Atanov S.K., Bigaliyeva A.Z.
DEVELOPMENT AND MODELING OF THE OPTIMAL LQG CONTROLLER FOR CONTROLLING THE GRINDING PROCESS……. 526
Bulatov N.K., Toilybayev A.E., Bulatova Zh.T.
INVESTIGATION OF METHANE YIELD IN A BIOREACTOR OPERATING ON THE PRINCIPLE OF COMPLETE MIXING……. 533
Kaibassova D.
PRELIMINARY PROCESSING OF A COLLECTION OF WORKING EDUCATIONAL PROGRAMS OF DISCIPLINES FOR BUILDING A TEXT CORPUS……... 541
Bulatov N.K., Toilybayev A.E., Akhmetzhanova A.B.
REVIEW OF THE EFFICIENCY OF PROCESSING OF TRANSPORTED ORGANIC WASTE IN THE PROCESS OF METHANE FERMENTATION…….. 546
Mazhrenova N.R., Baimakhanov G.A., Utepov E.O., Akhmet D.N., Khairosheva S.B.
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE QMS IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF ISO 9001-2015 STANDARD…… 550
Kurbaniyazov S.K., Hidirov K.I., Kutlieva G., Toychibekova G.B., Kalmaganbetov M.B.
INFLUENCE OF THE BIOLOGICAL CONSERVANT “BACTOSIL” ON THE MEAT PRODUCTIVITY OF THE GABLES…… 554
Zakenov S., Nurshakhanova L.
PROBLEMS OF ENHANCED OIL RECOVERY AND THE EXPERIENCE OF THE IMPLEMENTATION OF POLYMER FLOODING……. 557
Yermentaev A.B., Abduraimova B.K., Tukenova L.M.
MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN LOCAL LEADER ACTIVITY……... 561
Imanbayeva M.Zh., Abduraimova B.K.
CLOUD DATA STORAGE…… 569
Bekzhapbarov B.S., Beisenov B.S., Sarybaev E.E.
FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF FACING THE POLYMERBETON OPEN OPERATING WHEELS OF SUBMERSIBLE CENTRIFUGAL PUMPS…….. 575
Utegenova M., Sadenova M., Azamatov B., Dogadkin D.
OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL TOOLING FOR SYNTHESIS OF CERAMIC MATERIALS BASED ON MODELING…….. 580
Kaparov K.K., Lutsak S.M.
DEVELOPMENT OF A PROGRAM-SIMULATOR FOR THE DISCIPLINE "INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES"…….. 586
Kishibayev K.K., Asylkhanov Zh.S., Atchabarova A.A., Tokpayev R.R., Protsenko O.A., Nechipurenko S.V., Yefremov S.A., Kalugin S.N.
THE EFFECT OF KE-5 TREATMENT ON THE ALLOWANCE OF GRAINS OF SPRING WHEAT, CORN AND SOYBEAS…….. 593
Zhatkanbayeva E., Murzakhmetova U.
THE PRINCIPLES OF THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF OPTIMUM DEVELOPMENT OF NETWORK IN THE TRANSPORT SYSTEMS…….. 598
Zubova O.A., Tanybaeva A.K., Abubakirova K.D., Voronova N.V.
REVIEW OF INNOVATIVE ENERGY SAVING TECHNOLOGIES..... 602
Zhanbyrbayev B., Doskaziyeva G., Sagyzbay M., Kuangaliyev Z.
THE STUDY OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE PERFORMANCE OF OIL DISPLACEMENT BY HOT STEAM…… 609
Otarov E.Zh., Begaidarov B.A., Rakhatov T. D., Ismailov Ch. U.
ASPECTS OF OCCUPATIONAL RISK IN THE WORKING ENVIRONMENT AT THE PLANT OF METAL STRUCTURES (LITERATURE REVIEW)…… 613

Utegulov B., Utegulov A., Koshkin I.
NEW TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE CREATION OF A MINI HYDROPOWER STATION IN THE TOBOL RIVER IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN……. 618
Mukhamejanova A.D., Tumanbayeva K.Kh.
TRAFFIC ANALYSIS FOR DIFFERENT M2M BUSINESS MODELS…… 626
Kantarbaeva A., Bekeyeva S., Knyazov Y.
WORKING CONDITIONS AND FUNCTIONAL STATUS OF WORKERS IN THE MANUFACTURING INDUSTRY……. 631
Bektimirov A.T., Tokhtibakiyev K.K., Nurgaliyeva S.A.
VERIFICATION OF LOW FREQUENCY OSCILLATIONS IN KAZAKHSTAN GRID OF USING THE WAMS SYSTEM AND THE PSCAD PROGRAM……. 636

Physical and mathematical sciences

Smolova E., Salikova O.
THE MATHEMATICAL MODEL OF A FOUR-LEGGED ROBOT IN A COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEM…… 640
Koshkarbayev N.M., Torebek B.T.
ABOUT A SINGULAR TRAVELLING WAVE SOLUTION OF THE KDV-BBM EQUATION……. 644
Mustafin M.A., Almuratova N.K., Darimbayev N.I.
MODELING A FREQUENCY-CONTROLLED ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE…… 650
Sagadatova N.Zh., Kedruk Y.Y., Baigarinova G.A., Gritsenko L.V., Kh.A. Abdullin
HYDROTHERMAL SYNTHESIS OF ZnO / CuO NANOCOMPOSITES FOR THE USE IN PHOTOINDUCED DEGRADATION OF ORGANIC COMPOUNDS…… 654
Nurkassymova S.N., Zhanys A.B.
USING THE MAPLE PROGRAM FOR SOLVING VIBRATION PROBLEMS..... 661
Amangeldi N.K., Altaybayeva A.B., Razina O.V., Tsyba P.Yu., Meirbekov B.
STATIC SPHERICALLY SYMMETRIC SOLUTIONS FOR A SUBCLASS OF HORNDESKI MODELS……. 665
Bekibayev T.T., Ramazanova G.I.
THE OPTIMIZATION PROBLEM OF OIL TRANSPORTATION BASED ON THEORY OF SETS…….... 674
Akhmetova G.A., Razina O.V., Tsyba P.Yu., Zhassybayeva M.
EXACT SOLUTION COSMOLOGICAL MODEL WITH FERMION AND TACHYON FIELDS INTERACTING VIA YUKAWA-TYPE POTENTIAL……. 683
Turysbekova U.K.
FINDING OF SPECIAL TYPE IRREDUCIBLE POLYNOMIALS …… 691
Mamatova G.U., Balgabek A.A., Bekaulova Zh.M., Tolganbayeva G.A., Omarova R.D.
USING DATA MINING ALGORITHMS FOR SOLVING TASKS IN BANKING SECTOR…… 697
Temirkhanov A., Inkarbekov M., Assilbekov B.
NODAL DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD FOR LARGE EDDY SIMULATION OF TURBULENT FLOWS…….. 703
Shakenova R.K.
ON ONE TASK OF THE TRANSPORT NETWORK…… 710
Karpushenko R.V., Seytkulova Z.N.
ALGEBRAIC EQUATIONS SOLUTION OF THIRD AND FOURTH ROWS IN THE EXERCISES AND APPLICATIONS ……..……... 713
Sovetova Zh.S., Omarkul Zh.M., Tokmoldin N.S.
POTENTIAL OF THERMAL GENERATION PROCESSES IN MODERN SOLAR PANEL SETTINGS... 721
Omarkul Zh.M., Sovetova Zh.S., Tokmoldin N.S.
TEMPERATURE MEASUREMENTS OF PHOTOELECTRIC CONVERTERS MANUFACTURED BY HIT TECHNOLOGY……. 727
Kuzenbaev B., Abayeva B.
THE ONTOLOGICAL MODEL OF THE AUTOMATED ACCOUNTING SYSTEM……... 731
Ajan B., Inkarbekov M., Assilbekov B., Beisembetov I.
LIMITERS FOR MODAL DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD……. 736
Tukenova L.M.
AUXILIARY PROBLEM WITH A BIHARMONIC OPERATOR..... 742
Satybaldiyev O.S.
SOLVING APPLIED PROBLEMS USING MATHEMATICAL MODELING……... 746
Berdenova B.A.
MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF SUBCRITICAL ISOTHERMAL ADSORPTION OF CO2 ON ACTIVATED CARBON……... 751

Tugelbaeva G.T., Rsaliyeva A.A.
ANALYSIS OF SOLAR RADIO SIGNALS BY THE METHOD OF NONLINEAR PHYSICS..... 756
Mamatova G.U., R.A. Berkutbaeva, Zh.M. Bekaulova
THE PROBLEM OF BENDING OF ELASTIC NON-UNIFORM PLATE IN THE NONUNIFORM TEMPERATURE FIELD…… 760
Orazbayev B.B., Shangitova Zh.E., Kassenova L.G., Orazbayeva K.N., Kodanova Sh.K.
MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION IN THE MANAGEMENT OF OPERATING MODES OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS WITH FUZZY INFORMATION…… 766
Ospanova A.O., Duisenov N.Zh., Koshkinbayeva M.Zh.
MATHEMATICAL MODEL OF AN INDUSTRIAL STYRENE POLYMERIZATION PROCESS FOR AN INFORMATION CONTROL SYSTEM……. 774
Amangeldi N.K., Altaybayeva A.B., Razina O.V., Tsyba P.Yu., Meirbekov B.
STATIC SPHERICALLY SYMMETRIC SOLUTIONS FOR A SUBCLASS OF HORNDESKI MODELS……..……. 779
Ysmagul R.S., Karim A.O., Khamitbekov Zh.R.
SOLUTION OF A DIFFERENTIAL EQUATION OF THE FIRST ORDER IN THE HILBERT SPACE….. 788
Temirkhanov A., Inkarbekov M.
NUMERICAL SOLUTION OF NONLINEAR BURGERS EQUATION BY MEANS OF DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD USING LIMITER……... 792

Chemical and metallurgical sciences

Muradov A.D., Krykbayeva A.A., Zhumadilillayev K.N., Zheksenbayeva G., Primkulova Zh.Y.
INFLUENCE OF ELECTRON IRRADIATION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER FILMS……. 799
Bakhytzhan Y.G., Yessaly N.N., Rakhymbay G.S., Argimbayeva A.M., Avchukir Kh.
ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF POLYMERIC AND MODIFIED COATINGS, THEIR PROTECTIVE PROPERTIES…… 803
Valiyev Kh.Kh., Bulayev A.G., Bugubayeva A.U., Amandykova A.B., Simanchuk Ye.A.
RESEARCH OF THE EFFECTS OF VARIOUS OXIDIZING AGENTS ON THE PROCESS OF EXTRACTING URANIUM FROM LEAN ORE…….. 811
Besterekov U., Kydyralieva A. D., Urakov K.N., Bolysbek A. A., Petropavlovskiy I.A.
RESULTS OF COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL STUDIES ON THE PRODUCTION OF NPK FERTILIZERS WITH A REGULATED RATIO OF NUTRIENTS……... 816
Zhukebaeva T., Amantay D.
TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF CASTED MEASURING BALLS BY THE METHOD OF CASTING ON GASIFIED MODELS (LGM PROCESS)…….. 820
Kemelbekova A.E., Mukhamedshina D.M., Mit K.A., Moshnikov V.A.
REVIEW OF MODERN METHODS FOR PRODUCING THIN ZnO: Eu FILMS…….. 824
Beisenbayev O. K., Kenesbek M. N., Issa A. B., Turemuratov R. S., Artycova Zh. K.
OBTAINING AND STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF DEPRESSORS ON THE BASIS OF BUTYLMETHACRYLATE, METHYL ESTER OLEIC AND FUMARIC ACID IN THE PRESENCE OF FATTY ACIDS GOSSYPOL RESIN..... 830
Beisenbayev O. K., Kenesbek M. N., Issa A. B., Turemuratov R. S., Tanashev S. T.
STUDY OF THE EFFECT OF DEPRESSOR ON THE BASIS OF BUTYLMETHACRYLATE, METHYL ESTER OLEIC AND FUMARIC ACID IN THE PRESENCE OF FATTY ACIDS GOSSYPOL RESIN KINEMATIC VISCOSITY AND LOW TEMPERATURE CHARACTERISTICS OF BASE OILS…… 838
Kedelbaev B.Sh., Lahanova K.M., Iztleuov G.M., Kolesnikov A.S., Dairabaeva A., Askerbekova A., Dosbaeva A.
RESEARCH OF THE PROCESS OF CONTINUOUS HYDROGENATION OF BENZENE IN THE PRESENCE OF MODIFIED CATALYSTS..... 843
Seitkulova Zh.N., Tulesheva G.A., Murzassaimova K.D.
COMPUTER SIMULATION OF CHEMICAL REACTION SLOWDOWN OF THE RATE OF ONE ENZYMATIC REACTION BY COMPETITIVE INHIBITOR AT VARIOUS CONCENTRATIONS OF REAGENTS IN PYTHON ……. 850
Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Abzhan K.N., Kashagan A.D., Zheldibay M.A.
THE INFLUENCE OF SLAG COMPOSITION ON THE DISTRIBUTION OF Cu, Pb, As, Au, Ag BETWEEN MATTE AND SLAG DURING SMELTING OF LEAD RAW MATERIALS…… 855
Khavaza T.N., Tokpayev R.R., Ibraimov Z.T., Atchabarova A.A., Nauryzbaev M.K.
STUDY OF THE PROCESSES OF LEACHING YTTRIUM AND LANTHANUM FROM KAZAKHSTAN PHOSPHOGYPSYM…….. 862

Shayakhmetov N.M., Kurmanseiit M.B., Aizhulov D.Y.
STUDY OF THE OPTIMALITY OF HEXAGONAL WELL LOCATION MODES DURING THE IN-SITU LEACHING OF MINERAL……. 867
Akberdin A., Kim A., Sultangaziyev R., Karbayev M.
CARBON REDUCTION OF BORON AND BARIUM FROM OXIDES……. 873
Akhmetkaliyeva M.Sh., Sassykova L.R., Batyrbayeva A.A., Aubakirov Y.A., Azhigulova R.N.
COMPOUNDS OF ZINC AND LEAD IN LIGHT CHESTNUT SOILS OF THE ISLAND "POLKOVNICHII" (SEMIPALATINSK, KAZAKHSTAN)..... 878
Nazarbek U.B., Besterekov U., Kambatyrov M.B., Abdibasil A.
REVIEW OF MODERN METHODS OF USING HUMIC SUBSTANCES IN AGRICULTURE 885
Luganov V.A., Chepushtanova T.A., Guseinova G.D., Merkibayev Y.S., Baygenzhenov O.S.
STUDY OF THE CARBON EFFECT ON SULFIDIZING GOLD-ARSENIC CONSENTRATE INDEXES UNDER "FLUID BED"..... 888
Leudanskii A., Opimakh Ye., Volnenko A., Zhumadullayev D.
STUDY OF THE EFFECT OF SURFACTANTS CONCENTRATION ON THE FLOTATION PROCESS OF CRUSHED PLASTICS……. 893
Shabdan E., Dykhanbayev K.K., Zhang Jing, Zhumabay B., Sekerbaev K. S., Taurbaev E. T., Baiganatova Sh.B., Tleubayeva I. S.
CREATING A NON-STOICHIOMETRIC DISPERSED COATING BASED ON NICKEL OXIDE (NiO_X)…….. 901
Sharipov K.O., Batyrbayeva A.A., Sassykova L.R., Aubakirov Y.A., Azhigulova R.N.
ANTHROPOGENIC TOXICANTS OF THE LAND AND VEGETATION OF THE FORMER SEMIPALATINSK NUCLEAR TEST SITE…….. 907

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л. Касжанова

Подписано в печать 5.12.2019 г.
Формат 60x84 $^1/_8$. Усл. п.л 58,7
Тираж 500 экз. Заказ № 240.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 607, тел. 292-63-46 ,Nina.Fedorovna. 52 @ mail.ru
Департамент маркетинга и коммуникаций КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева