ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№ 3 (139)

АЛМАТЫ 2020 ИЮНЬ

ISSN 1680-9211

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
А.Х. Сыздыков – 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, 2020

УДК:628.1.033

[1]A. Doskhozhaev, [1] B. Unaspekov, [3]E. Voitov, [4]Y. Solobovich
([12] Satbaev University, Almaty, Kazakhstan,
([34]novosibirsk state University of architecture and civil engineering, Novosibirsk, Russia,

RESEARCH OF SAFE DRINKING WATER TREATMENT TECHNOLOGIES FOR LARGE MEGACITIES OF KAZAKHSTAN AND RUSSIA

Abstract. The review of hydrological, hydrogeological and chemical-technological factors and modes of water consumption of fresh water for water supply purposes is carried out.

Key words: drinking water, water supply, purification of drinking water from organic substances, reactor-clarifier, water quality.

[1]А.С. Досхожаев, [1]Б.А.Унаспеков, [3]Е.Л. Войтов, [4]Ю.Л. Солобович
([12]Satbaev University, Almaty, Kazakhstan)
doskhozhayev_a@bk
[34]Новосибирский государственный архитектурно - строительный университет, Новосибирск, Россия)

БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В КАЗАХСТАНЕ И РОССИИ

Аннотация. Выполнен обзор гидрологических, гидрогеологических и химико-технологических факторов и режимов водопотребления пресных вод для целей водоснабжения.

Ключевые слова: питьевая вода, водоснабжение, очистка питьевой воды от органических веществ, реактор-осветлитель, качество воды.

Введение. В основу статьи вошли современные научные разработки ведущих учёных мира в этой области, а также совместные эмпирические данные российских и казахстанских специалистов, которые на протяжении нескольких десятилетий занимаются вопросами улучшения качественных показателей питьевой воды при водоснабжении крупных городов. Проведён обзор литературы и в основу статьи вошли современные научные разработки. Очистка маломутных природных вод с высоким содержанием органических соединений для питьевого водоснабжения нашла своё отражение в целенаправленном научном исследовании, основными направлениями которых стали:

1. Методика расчета и оптимизации реакторов-осветлителей, учитывающая их гидравлические и конструктивные особенности;

2. Технологии обработки и утилизации промывных вод и осадка реакторов-осветлителей и фильтров водоподготовительных сооружений;

3.Эффективные технологии очистки маломутных вод с высоким содержанием органических веществ из поверхностных и подземных источников для питьевого водоснабжения.

Методы. В статье дана оценка состояния поверхностных и подземных источников водоснабжения. Показано, что содержание органических веществ, интегрально оцениваемое цветностью и окисляемостью воды, является важным показателем загрязненности природных вод.

На основании литературного обзора проведен анализ существующих технологий очистки маломутных природных вод с высоким содержанием органических соединении для питьевого назначения. Установлено, что традиционные технологии водоподготовки либо не дают требуемого эффекта очистки вод для хозяйственно-питьевых целей, либо значительно повышают себестоимость очищенной воды. Кроме того, существующие технологии, как правило, не предусматривают

эффективного решения проблемы утилизации сточных вод и осадков, образующихся в процессе водоподготовки.

Дано обоснование направлений совершенствования технологий и оборудования очистки маломутных вод с высоким содержанием органических веществ для питьевого водоснабжения. Определены цель и задачи работы. Стаья посвящена теоретическому исследованию основ очистки природных вод в слое взвешенной контактной загрузки реактора-осветлителя.

Показано, что работа существующих сооружений первой ступени осветления природных вод - отстойников, осветлителей со слоем взвешенного осадка при очистке маломутных природных вод с высоким содержанием органических соединений связана с неэффективным протеканием процесса коагуляции, при малой мутности и низких температурах воды в открытых источниках большую часть года, а в подземных водоисточниках -круглогодично. При этом отсутствуют необходимые центры конденсации продуктов гидролиза коагулянта, а также условия для возникновения зародышей твердой фазы в свободном объеме камер отстойников и осветлителей со взвешенным осадком. Применение контактных префильтров связано с большим расходом очищенной промывной воды, что снижает полезную производительность водоочистных сооружений и увеличивает эксплуатационные затраты.

С целью повышения эффективности работы сооружений предварительной реагентной очистки маломутных природных вод с высоким содержанием органических соединений для питьевого водоснабжения, на принципе контактной коагуляции для очистки подземных и поверхностных природных вод в НГАСУ (Сибстрин) разработаны реакторы-осветлители новой конструкции.

Результаты. Основные результаты исследований, изложенные в статье, докладывались и обсуждались на международном конгрессе ЭКВАТЕК-2008 «Вода: экология и технология» (г. Москва, 2008 г.), международных научно-практических конференциях: «Водоснабжение -качество и эффективность» г. Кемерово (г. Кемерово 1998, 2002-2008 гг.), «Чистая вода -2009» (г. Кемерово, 2009 г.), «Современные технологии очистки в водоснабжении и водоотведении» (г.Новосибирск, 2006 г.), «Решение проблем развития водохозяйственных систем г. Новосибирска и городов Сибирского региона» (г. Новосибирск, 2006 г.), «Обеспечение экологической безопасности систем водоснабжения и водоотведения Новосибирска и городов Сибирского региона» (Новосибирск, 2008 г.), «Решение проблем экологической безопасности в водной отрасли» (Новосибирск, 2009 г.), «Решение проблем экологической безопасности в водохозяйственной отрасли» (г. Новосибирск 2010 г.), «Надежность и экологическая безопасность работы систем водоснабжения и водоотведения» (Новосибирск, 2011 г.), международной конференции в Тунисе (г. Хаммамет, 2004 г.), международной научно-практической конференции 1Р05Т-2007 в Монголии (г. Улан-Батор, 2007 г.), всероссийских конференциях «Актуальные проблемы строительной отрасли (г. Новосибирск, 2008-2010 гг.), научно-технических конференциях НГАСУ (Сибстрин) (Новосибирск 1988-2011 гг.). Разработанные технологии и оборудование очистки воды из природных источников демонстрировались на международных выставках «ИНТЕХВОД-2000», «ИНТЕХВОД-2001», «ИНТЕХВОД-2007» (г. Кемерово), Сибирской Ярмарке «СТРОЙСИБ-2004», «СИБПОЛИТЕХ-2010» (г. Новосибирска) и отмечены дипломами и золотыми медалями. Реализация результатов работы. Результаты работы использованы при строительстве новых водоочистных станций и реконструкции существующих сооружений в населенных пунктах Кемеровской области: п. Яшкино, п. Промышленная-1, п. Зеленогорский, п. Ягуновская, г. Кемерово, г. Киселевске, г. Березовский, п. Кедровка, п. Промышленная-2 а также в г. Ачинске (Красноярский край), г. Новосибирске (две станции), г. Куйбышеве (Новосибирской области), г. Северске (Томской области).

Обсуждение. Публикации. Основные положения статьи опубликованы в 80 печатных работах, включая 2 монографии, 10 патентов на изобретения РФ и 20 работ, опубликованных в реферируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобразования и науки РФ и РК.

Личный вклад авторов состоит в выдвижении идей, научном обосновании, постановке и непосредственном участии в проведении экспериментальных исследований, анализе полученных результатов и их обобщении, разработке оборудования и технологий, их патентовании, проектировании водоочистных сооружений, авторском надзоре за строительством, наладке и пуске сооружений в эксплуатацию.

В статье дана оценка состояния поверхностных и подземных источников водоснабжения. Показано, что содержание органических веществ, интегрально оцениваемое цветностью и окисляемостью воды, является важным показателем загрязненности природных вод. С целью

повышения эффективности работы сооружений предварительной реагентной очистки маломутных природных вод с высоким содержанием органических соединений для питьевого водоснабжения, на принципе контактной коагуляции для очистки подземных и поверхностных природных вод в НГАСУ (Сибстрин) разработаны реакторы-осветлители новой конструкции.

Очистка воды в реакторе-осветлителе происходит в минимально взвешенном слое промываемой и многократно используемой контактной загрузки, выполняющей функцию замутнителя и фильтрующего материала. В качестве контактной загрузки используется кварцевый песок или любой другой мелкозернистый материал, удовлетворяющий требованиям по механической прочности и химической стойкости. Реактор-осветлитель (РО) сочетает в себе достоинства осветлителей со взвешенным слоем осадка и зернистых фильтров, обладает низкой эксплуатационной стоимостью, высокой производительностью и надежностью работы.

Реактор-осветлитель НГАСУ (Сибстрин) (патент РФ № 2230707). 1 - корпус: 2 - контактная загрузка;

3 - трубопровод исходной воды;

4 - сборный желоб; 5 - трубопровод осветленной воды; 6,7 - трубопроводы отведения и подачи промывной воды; 8 -гидроэлгватор; 9 - трубопровод транспортировки пульпы; 10 - коническая диафрагма; 11 - трубопровод выпуска пульпы; 12 - тонкослойный модуль; 13 -полупогружной цилиндр; 14 - воздушный эжектор; ¡5 - воздухоотделитель;

16 - опускная распределительная труба;

Проведены исследования закономерностей и особенностей движения жидкости в слое взвешенной контактной загрузки. Показано, что процесс движения воды при минимальном взвешивании фильтрующего слоя может быть описан известными зависимостями.

С использованием опытных данных рассчитаны значения коэффициента сопротивления у и числа Рейнольдса Яе. Установлена функциональная линейная зависимость между ними, аналогичная зависимости для плотной зернистой фильтрующей среды ц/ =А/Яе при Яе < 1. Подтверждена приемлемость формулы Козени-Кармана для расчета гидравлического уклона с уточненной константой.

41,2-с12-т3

где V - скорость восходящего потока, м/с; а - коэффициент формы зерен загрузки; ¡л - вязкость жидкости, Па-с; т - доля свободного объема (пористость)

в слое; с1 - диаметр зерен загрузки, м.

ВЫВОДЫ

1. Важным параметром, определяющим работу реактора-осветлителя, является диаметр зерен загрузки. Преобразованием известных выражений с учетом особенности фильтрования во взвешенном слое загрузки и экспериментальных данных нами получена формула расчета диаметра частиц фильтрующей загрузки.

где А - экспериментальный коэффициент; е - относительное расширение загрузки; /з3 и рв.- плотность материала загрузки и воды; т,, - пористость плотной загрузки.

2.Полученная формула подтверждена экспериментально и позволяет определять эквивалентный диаметр зерен контактной загрузки в зависимости от степени ее расширения с учетом различных условий движения жидкости через неподвижный взвешенный слой.

3.Исследована структура образования застойных зон жидкости в межпоровом пространстве плотного слоя загрузки, аналогичного загрузке контактных префильтров. Определено необходимое минимальное расширение зернистого слоя, устраняющее застойные зоны ет1П= 0,12.

4.Разработана методика технологического моделирования и расчета реакторов-осветлителей на оптимальный режим их работы. Методика учитывает особенности фильтрования воды во взвешенном минимально расширенном слое контактной загрузки: зависимость начальной пористости взвешенной загрузки от степени ее расширения и пористости в плотном состоянии; целесообразность работы РО при минимальном расширение зернистого слоя для устранения застойных зон; зависимость диаметра зерен контактной массы от скорости потока воды и др.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Когановский, А.М. Адсорбция органических веществ из - Л. : Химия, 1990. - 256 с.

[2] Сколубович, Ю.Л. Подготовка питьевой воды из подземных источников / Ю.Л. Сколубович. - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин). - 2008. - 188 с.

[3] Е.Ф. Кургаев .с. 941303 СССР, МКИ С 02 F 1/28. Способ очистки природных вод от сероводорода. - Опубл. 07.07.1982; Бюл. № 25.

[4] Т.А. Губайдулина Пат. 2275335, РФ, МКИ С02F 1/64. Фильтрующий материал для очистки воды от марганца и железа, способ его получения и способ очистки воды от марганца и железа. - Опубл. 27.04.2006; Бюл. № 12.

[5] Каталог фильтрующих материалов и ионообменных смол «Пьюролайт». - М. : 2003. - 13 с.

[6] Каталитически активный фильтрующий материал - МЖФ: Рекламный проспект «Альянс-Нева». - СПб., 2002. - 5 с. - Условия доступа :www: Allians-neva.ru/

[7] Бочкарев, Г.Р. Природные катализаторы в процессах водоподготовки.Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. - 2008. - № 10. -С. 52-56.

[8] Скиттер, Н.А. Природные и модифицированные сорбенты для деманганации и обезжелезивания подземных вод :автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Новосибирск, 2004. - 24 с.

[9] Пат. 2363536, РФ, МПК B01J 20/06. Способ получения каталитически активного зернистого фильтрующего материала / Е.Л. Войтов, Ю.Л. Сколубович, М.Н. Бредихин, А.Ю. Сколубович. - Опубл. 10.08.2009; Бюл. № 22.

[10]. Войтов, Е.Л. Подготовка питьевой воды из поверхностных источников с повышенным природным и антропогенным загрязнением - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. - 216 с.

[11] Досхожаев А.С, Сагаткалиев Д.С. Виртуальные лабораторные работы в учебном процессе Казахстана // Проблемы формирования профессиональных компетенций в техническом вузе. Россия. Башкортостан,2014г. 4 с.

[12] Досхожаев А.С. Моделирование гидрогеологических условий Голодностепского месторождения подземных вод с помощью моделирования в среде программного комплекса// EAGE Европейская ассоциация геоучёных и инженеров/ Инженерная и рудная геофизика.- Алматы, 2018. -12с.

[13] Досхожаев А.С. Некоторые вопросы районирования орошаемых земель Казахстана//на примере поливных массивов в Алматинской области.-Алматы:КазНИТУ им.К.И.Сатпаева,2019.-6с.

[14] Досхожаев А.С, Байнатов Ж.М. Защитное покрытие для укрепления откосов. Патент-НЭБ,РФ-Москва:,1993.-6с.

[15] Унаспеков Б.А. Повышение энергосбережения и пути совершенствования системы теплоснабжения зданий.изд.-Караганда: КарГУ, 2018. 264-267с.

Досхожаев А.С, Унаспеков Б.А, Войтов Е.Л, Солобович Ю.Л.

Қазақстан мен ресейдің ірі мегаполистері үшін ауыз суды дайындаудың қауіпсіз технологияларын зерттеу

Түйіндеме. Гидрологиялық, гидрогеологиялық және химиялық-технологиялық факторларға және сумен жабдықтау мақсатында тұщы суды тұтыну режимдеріне шолу жасалды.

Түйінді сөздер: ауыз су, сумен жабдықтау, ауыз суды органикалық заттардан тазарту, реактор-ағартқыш, судың сапасы.

G.A Oshanova, B.E Shymshikov
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan. ainawakz@mail.com)

REVIEW OF SCIENTIFIC METHODS OF DEFINITION DEGREE OF SALTED SOILS

Abstract. This article discusses the disadvantages, advantages and disadvantages of determining the degree of toxicity of salts on soils and methods for studying the composition of salts by soil using an aqueous extract.

Key words: salinity, ecology, irrigation, soil, cotton, aqueous extract

Г.А. Ошанова, Б.Е. Шимшиков
(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

ТОПЫРАҚТЫҢ ТҰЗДАНУ ДЕҢГЕЙІН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН ҒЫЛЫМИ ӘДІСТЕРГЕ ШОЛУ

Аңдатпа. Осы мақалада топырақтағы тұздардың өсімдіктерге уыттылық әсерлерінің мөлшерлік дәрежелерін анықтаудың кемшіліктері, артықшылықтары және топырақтан алынатын тұздарын құрамын су сығындысы жолымен зерттеудің әдістері қарастырылады.

Түйін сөздер: тұздану, экология, суару, топырақ, мақта, сулы сүзінді

Кіріспе

XXI ғасырдың басында адамзат қоғамы қоршаған ортаның, экономика мен экологияның, технология мен табиғаттың теңгерімді, үйлесімді әрекеттесуін қамтамасыз етуге ұмтылды.

Қолайлы өмір сүру үшін, адамның өмірі мен денсаулығын техногендік ластанулардан, түрлі төтенше жағдайлардан қорғау мәселелері күн санап күшейіп келеді.

Топырақты ауылшаруашылық өндірісінде ұзақ уақыт пайдалану топырақтың тозуының негізгі себептерінің бірі болып табылады

Айтарлықтай аймақтарда топырақ эрозиясы процестері, олардың физикалық кешенінің нашарлауы жылдам қарқынмен өсіп келеді, минералды қоректену мен органикалық заттардың тепе-теңдігі бұзылды [1]. Әсіресе, топырақ жамылғысының тұздану мәселесі айрықша.

Топырақ құнарлылығын сақтау және қалпына келтіру - бүгінгі күннің басты міндеттерінің бірі.

Бұл топырақ биотасына жағымды әсер ететін және ауылшаруашылық өсімдіктерінің тұзға төзімділігін, өсімдік өнімі мен өнімділігін арттыратын әр түрлі өсімдік қорғау құралдарын қолдануды талап етеді.

Бұл мақалада ауылшаруашылық өсімдіктердің тұзға төзімділігін арттыру құралы ретінде топыраққа органикалық, табиғи және табиғи қоспа ретінде биогумус қолдану ұсынылады. Биогумус өте күрделі химиялық құрамға ие, ол органикалық, биологиялық белсенді және минералды заттар, сонымен қатар микроэлементтер, ферменттер, витаминдер, гормондар, ауксиндер, гетероауксиндер, гумин қышқылдары, фулвоксилат түрінде болады.

Осы мақалада қарастырылатын өзекті мәселе - тұзды топырақтың тұқымның өнуіне, дақылдардың өсуі мен дамуына, дақылдардың өнімділігіне теріс әсерін азайту, мысалы, мақта, табиғи тыңайтқыш - вермикомпосты қолдану, топырақ биотасына пайдалы әсер беретін және ауылшаруашылық өсімдіктердің тұзға төзімділігін арттыру. Өнімділігі мен сапасын жоғарылату.

Нәтижелері. Бұл зерттеудің жаңалығы, мақтаға қатысты алғаш рет әр түрлі мөлшерде дайын еритін топырақ тұздарымен топырақтағы вермикомпосттың пайдалы әсер ету дәрежесі, алайда, көрсетілген кемшіліктерге қарамастан, су сығындысы қазіргі кезде тұзды топырақты зерттеудің негізгі әдісі болып қала береді. Сонымен қатар өсімдіктердің тұзға төзімділігін жоғарылату кезінде жоғары дәрежеде әсер ететін вермикомпостты қолдану әдістері, биогумусты пайдаланудың мерзімі мен жылдамдығы анықталды.

Қазіргі уақытта талдаудың физика-химиялық әдістері көптеген салаларда және ауыл шаруашылығында кеңінен қолданылады, олар талдау үрдісін едәуір жылдамдатады және жоғары сезімтал және автоматты жылдам түрде жұмыс істейтін құрылғыларды қолдануға мүмкіндік береді[2].

Ауылшаруашылық тәжірибеде қолданылатын физикалық-химиялық талдау әдістерінің ішінен топырақтың реакциясын, физиологиялық және басқа ерітінділерін, топырақтың тұздану дәрежесін анықтауды, топырақтағы жекелеген химиялық элементтердің мөлшерін, дәннің ылғалдылығын анықтауды және т.б. атап өтуге болады.

Топырақтың уыттылық дәрежесін анықтаудың қолданыстағы әдістері топырақ ерітінділерін, су сығындысындағы суда қанықкан пасталардан алынған химиялық анализдердің нәтижелеріне негізделген.

Бұл әдістердің тобына ортақ иондардың құрамы мен мөлшерін анықтау болып табылады, содан кейін топырақ тұздану және топырақ химиясы бойынша топтастырылады.

Осындай тәсілдердің ішіндегі ғылыми ортада және практикалық мелиорация саласында көпшілікке өте танымалы Н.И.Вазилевич пен Е.И.Панкованың әдісі қолданылады[2].

мұны іске асыру үшін топырақ пен судың ара қатынастық үлестерін 1:5 мөлшерде алып, 3 минут шайқап, сүзгі қағаздан (фильтрден) өткізіп, сүзіндіге химиялық анализ жүргізіп, алынған нәтижелердегі аниондар мен катиондардың химиялық үйлесімдіктеріне қарай, гипотетикалық тұздардың сапалық және мөлшерлік құрамдарын анықтайды. осыдан кейін, анықталған тұздарды топтастырып, олардың өсімдіктерге уыттылық дәрежелерін анықтайды.

бұл әдіс өте күрделі және келесідей кемшіліктері бар:

-әдістің күрделілігіне қосымша,топырақтағы тұздардың уыттылықтарын нақтылы анықтау әдісі мақсатына жету теориялық деңгейде қалып, аяғына дейін жетілдірілмеген;

-топырақтың су сүзіндісінен (водная вытяжка) анықтағанда, ондағы барлық тұздар қамтылмайды және олардың жалпы мөлшерлері (валовое содержание солей) қамтылмайды;

-осы кемшіліктер мен басқа да ақиқаттылық (достоверность) нәтижелері су сүзіндісін алуға дайындау барысында топырақты уату (измельчение) дәрежесіне, су мен топыарқтың мөлшерлік ара қатынасындағы үлестеріне, топырақтағы тұздардың химизміне тәуелді болады;

-бұларды алдын ала анықтауға көп уақыт кетеді және шығын шығады;

-анықталған гипотетикалық тұздардың сандық және сапалық құрамдары, олардың жалпы сипаттамасынан мағлұмат беріп, әр түрлі ауыл шаруашылық дақылдағы уыттылық дәрежелерін нақтылы анықтауға мүмкіндік бермейді[5].

топырақтағы тұздардың уыттылығын анықтайтын тағы бір әдіс, дақылдардың дәндерін егу алдында әр түрлі тұздардың (хлоридтер, сульфаттар және т.б.) әр түрлі концентрацияларында бөктіре суландырып, әрі қарай олардың зертханалық жағдайда өніп-өсу қарқындылықтарына қарай, сынақтан өткізіп отырған тұздардың уыттылығына баға беріледі.

бұл әдістердің келесі кемшіліктері бар:

-топыраққа енгізілген тұздар химиялық жасанды болғандықтан, олардың табиғаттағы баламаларын өсімдікке әсерлерімен мүлдем салыстыруға болмайды;

-топырақтағы табиғи тұздардың толық кешендік құрамы мен мөлшерлерінің моделін жасап, әр түрлі ауыл шаруашылық дақылдарына арналған сынақтардан өткізу мүмкін емес;

-бұл тәсіл арқылы әр түрлі климаттық белдемдердегі топырақтарға (почвенно-климатические зоны) иммитация жасап, оларда өсетін дақылдардың түрлері мен сорттарының тұздардың уыттылықтарына төзімділігін анықтауға болмайды;

-алынған нәтижелерді өндіріске ендіріп, тікелей мелиоративтік шараларды жоспарлап тұзды топырақтарды игеру мүмкіндіктерін туындатпайды.

Бұл әдістің басты жетіспеушілігі оның тұздылықтың төмен пайызында ғана маңыздылығы және концентрацияның жоғарылауымен өсімдіктердің тұздылық түріне (хлорид, сульфат, сода) реакциясы арасындағы айырмашылықтар жойылады.

Ұсынып отырған әдістердің міндеті - Жер бетіндегі кез-келген белдемдердегі (зоналардағы) жайғасқан тұзды топырақтардың өсімдіктердің әр алуан түрлері мен сорттарына әсер ететін уыттылық дәрежелерін анықтап, осының негізінде, нақтылы мелиоративтік шараларды қамтамасыз етуге мүмкіндік туындату. Осы көрсетілген міндеттердің әрқайсысы бұрынғы тәсілдермен салыстырғандағы артықшылық белгілері болып саналады.

Ал Қазақстан ғалымдары биотестілеу әдісімен топырақтың уыттылығын анықтау әдісін ұсынды. Зерттеу нәтижелерінің зоналық аспект бойынша сенімділігін арттыру үшін биотестестіру әр түрлі пайыздық қатынасы мен механикалық құрамы бірдей топырақ типіне жататын тұзды емес және өте тұзды топырақтардың табиғи жағдайында жүргізіледі.

Тұзданудың әртүрлі дәрежесі тұзды емес топырақтың жоғарғы 0-20 см қабатынан алынған топырақтың үлгіні тұзды топырақтың жоғарғы 0-20 см қабатынан алынған топырақ үлгісімен мұқият араластыру арқылы жасалады.

Еуразия аймағы елдеріндегі топырақтың тұздылығын бағалаудың дәстүрлі әдісі 1: 5 су сығындысының құрамын және топырақ ерітінділерін талдау болып табылады [3].

Халықаралық тәжірибеде USDA тұздылық зертханасы жасаған фильтраттарының электр өткізгіштігін бағалау критерийлері кеңінен қолданылады.

Топырақ ерітінділерінің талдауы бойынша топырақтың тұзданuын бағалау кезінде артықшылықтар мен кемшіліктер бар:

Топырақ ерітіндісін таңдау өте ауыр, жоғары біліктілікті қажет етеді:

2.Топырақ ерітінділерінің қасиеттері жоғарылап, тұз концентрациясы топырақ ылғалдылығына, CO2 концентрациясына, атмосфералық қысымға, топырақ температурасына, биохимиялық реакцияларға және т.б. байланысты өзгереді.

3.Топырақтың қатты фазаларындағы тұздар топырақ ерітінділері оқшауланған кезде толығымен қалпына келмейді.

Осылайша, еритін топырақ тұздарының жалпы құрамын топырақ ерітінділерін талдау арқылы бағалау мүмкін емес

Су алу әдісі топырақ массасының су көлеміне қатынасын қамтамасыз етеді: 1: 5.

Топыраққа су қосылып, су сүзінділері алынған кезде, тек еритін тұздардың еруі ғана емес, сонымен қатар топырақтың тұздану дәрежесі мен химиясын бағалау нәтижелеріне әсер ететін бірқатар байланысты процестер пайда болады және су сығындыларын талдау нәтижелерін түсіндірген кезде ескеру қажет.

Бұл топырақтың тұзданuының жалпы сипаттамаларын алу үшін, жаппай анықтау үшін қарапайым кең таралған әдіс.

Су сүзіндісінің нәтижелері химиялық құрамы мен тұздану дәрежесі, тұздардың тереңдігі және т.б. туралы түсінік береді.

Шетелде ең төменгі ылғалдылыққа сәйкес судың қанық пасталарынан алынған сығындылардың электр өткізгіштігін бағалау әдісін қолданады, бұл

Осы әдістердің әрқайсысынан топырақтан әр түрлі мөлшерде еритін тұздар алынады

Су сүзіндісі әдісін қолдану кезінде тез еритін тұздардан басқа, белгілі бір мөлшерде аз еритін тұздар: гипс пен карбонаттар да сулы сығындыға өтеді.

Топырақтың тұздылығы тұзды профильдің құрылымымен де бағаланады: тұздың жоғарғы қабатының тереңдігі, жеке горизонттардың химиясы және тұздану дәрежесі ғана емес, тұтастай алғанда тұзды топырақтың профилі.

Топырақтың тұз құрамы топырақтан алынатын су сығындысын зерттеу арқылы анықталады [4].

Су сүзіндісі арқылы қалпына келтірілген заттар, әдетте, қоныс аударуға қабілетті. Олар өсімдіктердің өсуіне және дамуына тікелей әсер етуі мүмкін.

Осыған байланысты су сығындысы әдісі көбінесе топырақ процестерінің динамикасын зерттеуде, әртүрлі элементтердің, оның ішінде қоректік заттардың режимін зерттеуде, топырақта жиналып қалуы мүмкін әртүрлі уытты заттардың мөлшерін бағалауда, сонымен қатар басқа мәселелерді шешуде қолданылады.

Алайда, бұл әдіс ең алдымен тұзды топырақты талдау үшін қолданылады.

Тұзды топырақты талдау үшін су сүзіндісін алу ерекше маңызды, өйткені бұл олардың ең маңызды генетикалық-агрономиялық ерекшелігін - ион-тұз кешенінің ерекшелігін бағалауға мүмкіндік береді.

Тұзды топырақтардың иондық-тұзды кешені - бұл әртүрлі формадағы тұздар мен иондардың жиынтығы - сұйық (топырақ ерітіндісі), қатты (кристалды суда еритін тұздар), сор (алмасу негіздері).

Қорытынды. Су сүзіндісінің талдауы бойынша төмендегі көрсетілген дәрежелер арқылы анықтауға болады:

топырақта суда еритін тұздардың жалпы құрамы және тұздану дәрежесі:

2) осы тұздардың сапалық және сандық құрамы;

3) улы тұздардың құрамы мен құрылымын;

4) талданатын топыраққа тән тұздану түрі.

Бұл әдіс кез-келген топырақта, генезисі мен ауылшаруашылығында пайдалану ерекшеліктеріне қарамастан қолданылады. Сорғышты дайындау үшін арнайы өңдеуді және қымбат жабдықтың болуын қажет етпейді.

Алайда, бұл әдіс нәтижелердің сенімділігіне айтарлықтай әсер ететін бірқатар кемшіліктерге ие.

-нәтижесінде оңай еритін тұздар ғана емес, сонымен бірге аз еритін компоненттер де фильтрге түседі

- келесі жағдай ерітінді тұздары сығындыға енген кезде топыраққа су әсер етпейді, тікелей тұз әсер етеді.

-мұндай жағдайда кейбір тұздардың ерігіштігі өзгереді.

- мұның себебі - тұздардың диссоциациясы және ион алмасуының химиялық реакциясы нәтижесінде сол катиондар мен аниондардан жаңа, еритін қосылыстардың пайда болуы

Сулы сүзіндіден коллоидты бөлшектер болған кезде де қиындықтар туындауы мүмкін, сондықтан мұндай топырақты талдағанда коллоидтарды бөліп алу үшін кемінде минутына айналу жылдамдығы 6 мың бар сүзіндіге жүгіну керек.

Алайда, көрсетілген кемшіліктерге қарамастан, топырақты су сүзіндісінен өткізу қазіргі кезде тұзды топырақты зерттеудің негізгі әдісі болып қала береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика - М.: Изд-во МСХА, 2000. - 473 с

[2] Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1972. Вып. 5. С. 36-40

[3] Строганов Б.П. Проблемы солеустойчивости растений /Б.П. Строганов, Л.К. Клышев, Р.А. Азимов и др. Ташкент: ФАН, 1989. – 184 с.

[4] Сапаров А.С., Сулейменов Б.У., Танирбергенов. Эффективность применения удобрений под хлопчатник на орошаемых светлых сероземах//Современное состояние почвоведения и агрохимии, проблемы и пути их решения: Материалы международной научной конференции. Алматы: 2015, С 87.

[5] Мамутов Ж. У., Мамонтов В.Г., Исанова Г.Т. и др. Итерпретация данных водной вытяжки из засоленных почв / Алматы: 2015.

Ошанова Г.А., Шимшиков Б.Е.

Обзор научных методов определения степени засоленных почв

Резюме. В статье рассматриваются недостатки и преимущества методов определения степени токсичности воздействия солей на почвы и методы изучения состава солей почвы с использованием водной вытяжки.

Ключевые слова: засоление, экология, орошение, засоленные почвы, хлопок, водная вытяжка

CSCSTI 87.21.91.

G.A. Mukanova, N.Z. Akhtaeva, U.T. Amangazieva, O.A. Zubova, E.N. Aytuganov
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan)
E-mail: uldarina9797@mail.ru

CHARACTERIZATION AND ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE SOIL COVER IN THE ZONE OF EXTRACTION OF CHROME ORE

Abstract. The article gives a brief description of the soil cover and analysis of the current state of soils in the DON mine. The influence of technogenic production of a mining and processing plant on the physicochemical properties of the soil cover is studied.

It has been established that in recent years, as a result of intensive use of natural resources and soils, their ecological condition has worsened, a low content of organic substances and nutrients has been observed, the areas of technogenic landscapes and other negative processes that affect the soil fertility in the region have increased.

The effect of chromium ores on the physical, morphological, chemical properties of chestnut soils is considered. The entry of chromium components into the soil causes a change in the total content of organic substances and nutrients in the upper horizons of the soil cover.

Key words: soil cover, nutrients, ore processing, reclamation, man-made landscape.

Г.А. Мұқанова, Н.З. Ахтаева, Ұ.Т. Аманғазиева, О.А. Зубова, Е.Н.Айтуғанов
(әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан Республикасы)
E-mail: uldarina9797@mail.ru

ХРОМ КЕНІН ӨНДІРУ АЙМАҒЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ СИПАТТАУ

Андатпа. Мақалада Дөң тау кен байыту комбинатының аймағындағы топырақ жамылғысының қазіргі заманғы сипаттамасы және қысқаша сипаты келтірілген. Тау кен байыту комбинатының техногенді өндірісінің топырақтың физика-химиялық қасиетіне әсері зерттелді. Соңғы жылдары табиғи ресурстарды және топырақты қарқынды пайдаланудың нәтижесінде, олардың экологиялық жағдайының нашарлағаны, топырақтағы органикалық заттар мен қоректік элементтердің мөлшерінің төмендегені, техногенді ландшафтардың аймағының ұлғайғаны, және жергілікті аймақтағы топырақтың құнарлылығына әсер ететін басқада негативті процесстердің дамуы орын алғаны белгілі болды.

Қоңыр топырақтың химиялық, физикалық, морфологиялық қасиетіне хром кенінің әсері қарастырылды. Хром кешендері қосылыстарының топыраққа түсуі оның жоғарғы қабатындағы органикалық және қоректік элементтердің жалпы мөлшерін өзгертеді.

Кілтті сөздер: топырақ жамылғысы, қоректік элементтер, кен орны, рекультивация, техногенді ландшафт.

Кіріспе

Топырақ және топырақ жамылғысын тиімді қалпына келтіру үйіндінің рекультивацияланатын бетінде техногендік ландшафттың топырақ-экологиялық жағдайын жақсарту үшін топырақ құру процесін қарқындату арқылы жүзеге асырылады [1,2]. Түзілетін фитоценоздардың дамуы және үйінділерде топырақ түзілуін жеделдету техногендік бұзылған ландшафт жағдайының көрсеткіштерімен, пайдалы қазбалар кен орындарын ашық игерудің бұзылған жерлерінде топырақты қалпына келтіру және қалпына келтіру жұмыстарының тиімділігімен бағаланады. Топырақ түзуші процестерді рекультивацияланатын жер бетінде жақсарту топырақ жамылғысының біртіндеп түрленуіне және қалыптасуына ықпал етеді. Үйіндінің бетінде өсімдік және топырақ қабатын уақытылы қалпына келтіру топырақ түзілу жылдамдығын және топырақ қабатының қалыптасуын

анықтайды, сонымен қатар жақсартылған аумақтың топырақ – экологиялық жағдайын және топырақ түзілу процесінің табиғи дамуын сипаттайды [3-5].

Зерттеу объектісі Дөң тау кен байыту комбинаты аумағының бұзылған жерлерінің топырақ жамылғысы болып табылады (1-сурет). Кен орны аумағы дала аймағының қара қоңыр топырағында орналасқан. Зерттелетін аумақтағы басым топырақ орта және ауыр механикалық құрамды карбонатты саздақтардан құралған қара қоңыр топырақ болып табылады.

Дөң тау кен байыту аумағында антропогендік фактордың әсері жүктемеден тыс екені байқалады. Өнеркәсіптік аймақтың ауқымды аудандары қатты өзгерген (карьерлер, сыртқы үйінділер, өнеркәсіп алаңдарының, байыту фабрикасының аумақтары және т.б.), іс жүзінде барлық табиғи топырақтардың құнарлылығы нашарлаған немесе қайтымсыз өзгерген, топырақтың құнарлы қабаты алынып тасталғаннан кейін алаңның бірнеше рет тегістелуінің, нәтижесінде техногенді ландшафттар пайда болды [6-9].

Топырақ жамылғысының морфологиялық, физикалық-химиялық қасиетін сипаттау үшін, зерттелетін аймақтан топырақ кесінділері қазылды. Зерттеу нәтижелері бойынша аталған аймақтың топырағы қара – қоңыр түсті, жер бедері тегіс екендігі анықталды. Топырақтың химиялық-физикалық құрамын зертханалық зерттеу үшін, қайта қалыптасатын үйінділер мен тың жерлердегі еңістерде және көлденең беттерде топырақ үлгілері іріктеп алынды (1-сурет).

Топырақ қазындысы №1 (бұдан әрі–Р-1). Бұл аймақ өздігінен қалпына келген он жыл бұрын рекультивациялық жұмыстар жүргізілген, геофизикалық аймақ.



1-сурет. Дөң кен байыту аймағы

Өсімдік қауымдастықтары-әр түрлі шөптесін өсімдіктер. Олардың химиялық – физикалық құрамын анықтау үшін топырақ үлгілері іріктеліп алынды. Топырақ сынамаларын алу орны және қалыптасқан (геофизикалық) үйіндінің көлденең бетінің қазіргі жағдайы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. Топырақ үлгілерін алу үшін, қалыптастырылған (геофизикалық) үйіндіден топырақ кескіні қазылды.

Екінші топырақ қазындысы (бұдан әрі–Р-2) "Мирный" карьерінің қалыптасатын үйіндісінде қазылды(3-сурет).

Үшінші топырақ қазындысы (бұдан әрі – Р-3). Кен байыту орнының аймағынан тыс, автомобильді жолдан 300 метр қашықтықта орналасқан батыс бөліктегі тың жерде қазылды. (4-сурет). Өсімдік қауымдастығы әр-түрлі шөптесін өсімдіктер, кейбір жерлерде астық тұқымдас өсімдіктер де кездеседі. Бұл аймақтың зональды топырағы қара-қоңыр.

Алынған топырақ үлгілерінің химиялық – физикалық құрамын зерттеу "Ө.Ө. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми – зерттеу институты" ЖШС мамандандырылған зертханаларында сертификатталған қазіргі заманғы жабдықтарды қолдану арқылы жүзеге асырылды [10-13].



3-сурет. "Мирный" карьерінде топырақ кескінін қазу орындары

Тәжірибелік учаскедегі рекультивацияланған топырақтың физикалық қасиеттері. Топырақтың негізгі физикалық қасиеттеріне қатты фазаның тығыздығы (үлестік салмағы), көлемді салмағы және кеуектілігі, ылғалдылығы жатады.

Топырақтың физикалық қасиеттері топырақтың түзілуіне және оны ауылшаруашылығына пайдалануға үлкен әсерін тигізеді.



4-сурет. Дон КБК тың жерлерінде өсімдіктердің жай-күйі және топырақ сынамаларын алу орны

Аймақта тау-кен техникалық қайта құнарландыру жұмыстарын жүргізу кезінде топырақ агрегаттарының майдалануына және бұзылуына әкеп соққан елеулі механикалық өзгерістер байқалды. Бұл топырақтың гранулометрлік құрамындағы жұқа фракциялар санының артуына және оның ауырлауына алып келді. Механикалық ауыр құрамды топырақтың түйіршіктелген құрамы біртектес еместігімен ерекшеленеді. Техногенді ландшафтта жерді қайта қалпына келтіруде құрамы

жағынан әртүрлі қабаттардың ретсіз араласуы нәтижесінде топырақ үйінділер жыныстарында гранулометрлық құрамы бойынша болжанбаған қоспа құрылады.

Сонымен қатар топырақтың ылғалдылығын анықтау үшін үлгілер алынды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде қоңыр топырақтың далалық ылғалдылығы үшінші қазбада өте төмен (Р-3) екені анықталды. Жоғарғы 0 – 25 см қабатта топырақ салмағы 1,6-дан 27,11% - ға дейін ауытқиды. Мұндай төмен ылғалдылық-бұл топыраққа тән ерекше сипат. Төменгі горизонтта 25-40 см тереңдікте ауыр механикалық құрамды, ал далалық ылғалдылығы 17,57% - ға жетеді, себебі оның құрамында сазды заттар мен коллоидтар бар. Бұл көрсеткіш жоғарғы құмды қабаттың ылғалдылығының шамасынан үш есе артық. Жеңіл механикалық құрамы бар төменгі горизонтқа өту арқылы далалық ылғалдылығы 5,77 % - ға дейін төмендеді. Осылайша, топырақтың далалық ылғалдылығы ауыр механикалық құрамнан, құмға дейін азаяды. Алынған нәтижелерден топырақтағы ылғалдың құрамы оның гранулометрлік құрамына, тығыздығына, құрылымы мен гумус құрамына байланысты екенін растайды. Бұдан басқа, далалық ылғалдылыққа құрылымдық жағдай, сондай-ақ аумақтағы жер асты суларының деңгейі, атмосфералық жауын-шашын мен өсімдік жамылғысы әсер етеді.

Топырақтың гранулометриялық құрамы ауыр металдардың, миграциясына тікелей әсер етеді. Механикалық элементтердің фракциялары біртекті емес қасиеттері бар әртүрлі сандық қатынастағы топырақ жамылғысын қалыптастырады. Сондықтан топырақтың механикалық құрамы да әртүрлі болып келеді. Топырақтың механикалық гранулометрлік құрамы бойынша іріктелген сынамалардың нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

2 – кесте. **Топырақтың механикалық гранулометрлік құрамы**

№ П/П	№ қазба	Тереңдігі, см	А.С.Н % H_2O	Абсолютті құрғақ топырақтың фракция құрамы (%)						
				Фракцияның өлшемдері, мм						
				құм		шаң			лай	3-х фракция
				1,0 -0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	< 0,01
1	Р-1	0-7	4,60	4,267	45,837	10,902	5,451	10,482	23,061	38,994
2		7-20	4,20	3,674	53,320	8,351	4,593	11,691	18,371	34,655
3		20-30	3,20	19,772	45,104	4,132	12,397	13,636	4,959	30,992
4	Р-2	0-10	12,80	13,090	16,720	19,266	3,211	13,302	34,404	50,917
5		10-20	15,80	12,870	24,410	15,677	5,701	7,601	33,729	47,031
6		20-30	15,20	11,990	24,000	14,727	5,225	10,452	34,204	49,881
7		30-50	14,20	11,160	21,230	17,249	5,129	11,655	33,560	50,350
8	Р-3	0-9	7,80	2,880	16,420	16,480	4,339	17,353	42,516	64,208
9		9-25	9,00	4,260	27,600	1,319	8,791	14,945	43,070	66,813
10		25-40	8,60	4,157	16,630	13,567	5,689	17,506	42,451	65,646
11		40-50	8,80	5,022	12,080	14,474	8,772	11,842	47,807	68,421
12		50-80	9,00	8,660	20,570	53,187	4,395	4,835	8,352	17,582

Механикалық құрамы бойынша топырақ орташа сазбалшықты, Орташа саз балшықты фракцияда (Р1) физикалық балшықтың мөлшері 32,330 – 38,860 % құрайды, лайлы және шаңды

фракцияның қосындысы – 14,959 – 13,636% құрайды (2-кесте). Топырақ кескінінде ірі құм 4,267 – 53,320 % және ұсақ шаң 4,132 – 13,636 % фракциялары басым. Топырақтың жіктелуі бойынша, оның құрамында лайлы және шаңды фракциялары 20% - дан астам, сондықтан жаңбырлы кезеңде, аймақты суғарудан кейін топырақ жамылғысы құрғаған кезде тығыз қабыршаққа айналады.

Екінші топырақ кескіні бойынша жоғарғы қабаттың механикалық құрамы орташа және ауыр саз балшықты, кейде жеңіл сазбалшықты және құмайтты болып келеді. Ауыр саздақты және физикалық балшық 50,917 % құрайды. Ірі шаң фракциясы (19,266 %) және лайлы бөлшектер (34,404%) басым болып табылады.

Үшінші топырақ кескінінде (Р3) физикалық балшықтың мөлшері жалпы фракциялардың көлемінің 17,582 – 68,421 % құрайды. Қарастырылған фракциялардың ішінде ірі шаң бөлшектерінің мөлшері 11,319 – 53,187 %, ұсақ шаң мөлшері 4,885 – 17,506% және лайлы фракция 8,52 – 47,807 % құрайды.

Топырақ кескіндері бойынша гумустың құрамы 0,25-2,26 % аралығында болды. Топырақ №1 кескіні бойынша жоғарғы қабатта гумустың мөлшері 0,57% құраса, үшінші топырақ кескінінде гумустың мөлшері сәл жоғарылап 2,26% құрады. Тың жердегі гумустың мөлшерінің жоғары болуы, бұл аймақтағы өсімдіктер қауымдастығының мол болуымен түсіндіріледі. Топырақ жамылғысы гумустың мөлшерімен аз қамтамасыз етілген. Жалпы азоттың мөлшері сәйкесінше 0,014-1,196 % құрады. Аймақтың топырақ кескінінде жалпы азотпен қамтамасыз етудің деңгейі төмен көрсеткішті көрсетеді (3-кесте).

3 – кесте. **Кен байыту аймағының топырағының химиялық және физика-химиялық қасиеттері**

№ топырақ кескіні, см	Гумус %	Жалпы азот, %	Жалпы формасы ,мг/кг		$CO_{2,\%}$	Алмаспалы катиондар мг-экв/100г				pH
			P_2O_5	K_2O		Ca	Mg	Na	K	
Р-1 0-7	0,57	0,028	0,416	1,500	5,92	9,31	7,35	0,35	0,27	9,06
7-20	0,29	0,028	0,416	1,437	7,11	6,37	5,39	0,58	0,12	9,38
20-30					3,15					9,50
Р-2 0-10	0,32	0,042	0,132	0,625	2,43	23,52	13,72	1,85	0,15	8,61
10-20	0,25	0,014	0,208	0,625	1,21	19,60	14,21	2,15	0,15	8,66
20-30	-	-	-	-	1,62	-	-	-	-	8,53
30-50	-	-	-	-	1,89	-	-	-	-	8,61
Р-3 0-9	2,26	0,196	0,144	1,437	2,21	24,50	7,84	0,39	0,30	8,78
9-25	1,61	0,126	0,112	1,250	3,99	21,07	8,33	0,94	0,09	9,20
25-40	-	-	-		4,81	-	-	-	-	9,40
40-50	-	-	-		3,08	-	-	-	-	9,14
50-80	-	-	-		1,38	-	-	-	-	8,41

Дөн кен байыту комбинатының топырақ жамылғысы карбонатты CO_2, карбонаттардың мөлшері 1,21-7,11 пайыз аралығында. Осыған байланысты топырақтың сілтілік мөлшері де жоғарылаған. Бірінші топырақ кескінінде күшті сілтілі pH 9,06-9,50 аралығында болды.

Топырақ жамылғысының әр түрлі типтерінде топырақ түзілу процестерінің ерекшеліктеріне байланысты алмаспалы катиондар құрамы алуан түрлі болып келеді. Алмасу катиондарының негізгі бөлігін сіңірілген кальций (9,31 – 24,50%) құрайды, содан кейін 5,39-дан 14,21% - ға дейінгі магний, сіңірілген натрийдің мөлшері өте аз 0,35-тен 2,15% құрайды.

Жалпы фосфордың мөлшері 0,112 және 0,416 мг/кг аралығында ауытқиды. Топырақтың жалпы калиймен қамтамасыз етілуі 0,625- 1,500 мг/кг құрайды.

Сонымен топырақтың физика-химиялық қасиетін зерттеу нәтижелері бойынша аймақтың барлық топырағы карбонатты және ерітіндісі сілтілі екені анықталды. Топырақтың физика химиялық қасиеті оның сіңірілу қабілетіне және гумусты заттардың түзілуіне әсер етеді. Топырақтың құрамында органикалық заттардың мөлшері аз, сәйкесінше қоректік элементтердің мөлшеріде аз. Себебі бұл аймақта ұзақ уақыт бойы кен өндіру жұмыстарын жүргізумен тығыз байланысты.

Табиғи аймақты антропогенді басқарып техногенді ландшафтқа айналдырғалы бері жарты ғасырдан астам уақыт өтті. Кен орындарын ашық әдіспен өндіру аймақтағы, қара қоңыр топырақ жамылғысындағы қоректік элементтердің азаюына, сәйкесінше физикалық қасиеттерінің нашарлауына әкеліп соқты. Болашақта кен орнының топырақ жамылғысына биологиялық рекультивациялық жұмыстардың іс шараларын өткізу қажет.

Табиғи ресурстарды пайдалану мәселесі, сақтау, топырақ құнарлылығын қайта қалпына келтіру маңызды мемлекеттік міндеттердің бірі, сондықтан оларды шешу үшін облыс аймағында кешенді мақсатта құрылған салалық, ведомоствалық бағдарлама қажет. Жер реусртарын тиімді пайдалану, әсіресе кен орындарын ашық әдіспен өңдеуде және топырақ құнарлылығын қайта қалпына келтіру әр бір жерді пайдаланушының маңызды міндеті болу керек.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Т. Калыбеков, К.Б. Рысбеков, Ы. Жакыпбек. Обоснование взаимосвязи вскрышных, отвальных и рекультивационных работ на открытых разработках. Польша: Материалы IX Международной научно-практической конференции. Наука: теория и практика 07 августа -15 августа 2013 г. Т10. С 93-97.

[2] Ахтаева Н.З., Нұрмаханова А.С., Усен Қ., Жакыпбек Ы., Осмонали Б., Есеналиева М.Б., Молдабаева Ә.Ғ. Изучение качественного и количественного состава почв нарушенных земель при разработки месторождений полезных ископаемых. Вестник КазНИТУ. -2019. -№1(131). -С. 3-7.

[3] Калыбеков Т., Турсбеков С.В., Жакыпбек Ы., Ахтаева Н.З., Муканова Г.А. Изучение интенсификации почвообразовательных процессов при рекультивации поверхности отвалов. Вестник КРСУ. -2019. -Том 19. -№4. –С. 93-98.

[4] О недрах и недропользовании. Кодекс Республики Казахстан. 27.12.2017.

[5] Экологический кодекс Республики Казахстан. 24.05.2018. № 156-VI. 6.Саркұлова Ж.С., Қозыбаева Ф.Е. Содержание ТМ в растениях, проирастающих на территории влияния выбросов риддерского цинкового завода.// Вестник КАзНУ сер. Эко. 2019.№1. 58.с,62-73.

[6] Otarov A. Heavy metals in paddy soils of Kazakhstan- Доклады III международной научнопрактической конференции «Тяжелые металлы радионуклиды и элементы биофилы в окружающей среде», Т.1 2004. С. 208-210.

[7] Савич В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении. Учебно-методическое пособие. – Москва, Изд-во ТСХА, 1972. – 103 с.

[8] Козыбаева Ф.Е.,Саркулова Ж. Влияние горно-металлургических предприятий города риддера на окружающую среду . //Почвоведение и агрохимия.с.48-66.2017. №3.

[9] Беисеева Г.Б. Содержание тяжелых металлов в почве, почвогрунтах и растениях нарушенных и рекультивированных ландшафтах. Аграрная наука сельскохозяи ственному производству Монголии, Сибири и Казахстана // Сборник научных докладов 13 международнои научно-практическои конференции. Часть 2 (ветеринария, экология, технология и экономика). – Улаанбаатар, 2010. – С. 579-581.

[10] Козыбаева Ф.Е., Сапаров А., Беисеева Г.Б., Сапаров Г.А. Рекультивация промышленных отвалов горнорудных месторождении Казахстанского Алтая // Современные проблемы загрязнения почв: матер. III Международной научнои конференции. – М., 2010 г. – С. 57-61.

[11] Kozybayeva F.E., Androkhanov V.A., Beiseyeva G.B., Dvurechensky V.G. Contamination of soil and vegetation cover due to emissions of mining and metallurgical enterprises // International Soil Science Congress on “Soil Science in International Year of Soils 2015” Soil Science Society of Russia cooperation with Lomonosov Moscow State University Federation of Eurasian Soil Science Societies. – Sochi. – 2015. – P. 228-231.

[12] Конысбаева Д.Т. Влияние субстрата промышленных отвалов на формирование растительности // Вестник науки КГУ им. Баитурсынова. – Костанай , 2002. – №1. – С. 152-158.

Муканова Г.А., Ахтаева Н.З., АмангазиеваУ.Т., Зубова О.А., Айтуганов Е. Н.

Характеристика и анализ современного состояния почвенного покрова в зоне добычи хромовой руды

Резюме. В статье приведена краткая характеристика почвенного покрова и анализ современного состояния почв в месторождении ДОНской ГОК. Изучено влияние техногенного производства горно обогатительного комбината на физико-химические свойства почвенного покрова. Установлено, что за последние годы в результате интенсивного использования природных ресурсов и почв ухудшилось их экологическое состояние, наблюдалось низкое содержание органических веществ и питательных элементов, увеличились площади техногенных ландшафтов и другие негативные процессы, которые вляиют на плодородие почв регионе.

Рассматривается влияние хромовых руд на физические, морфологические, химические свойства каштановых почв. Поступление хромовых компонентов в почвы вызывает изменение общего содержания органических веществ и питательных элементов верхних горизонтов почвенного покрова.

Ключевые слова: почвенный покров, питательные элементы, обогащение руды, рекультивация, ехногенный ландшафт.

УДК 379.85

Z.E. Kozhabekova, P.A. Bakirbayeva, D.P.Yekeibayeva
(South Kazakhstan State Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan)
(Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan)
e- mail: p.bakirbayeva@gmail.com)

NALYSIS OF KAZAKHSTAN'S TRANSPORT INDUSTRY IN MODERN CONDITIONS

Abstract. In the circumstances of the modern world countries that are located far from the main world markets and don't have access to the sea, as well as countries that are not open for cooperation in the field of world transport relations, are destined to economic stagnation. In the conditions of globalization of world economy, transit and development of the transport complex become main conditions of active participation of the countries in world trade and their intergradation into the world transport system. Development of the sector of transport, logistics and transit are also sources of state budget replenishment with additional income by payments for transitional and transport traffic. It is especially difficult to participate in the world economy for the countries that are located far away from the main trade markets. The factor of remoteness and underdevelopment of transport connection, high prices for neighbor countries' transport communication and necessity to cross the state borders cause significant transport expenses, which retards the development of landlocked countries, including Kazakhstan. In the article the author provides analyses of the state of development, transit potential and problems of various sectors of transport complex. The author detects specific features and modern trends of international transport traffic, makes conclusions and gives recommendations on development of this sector.

Key words: transit potential, transport complex, international transport corridors

З.Е. Кожабекова, П.А.Бакирбаева, Д.П. Екейбаева
(Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті, Шымкент , Қазақстан)
Әл - Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
e- mail: p.bakirbayeva@gmail.com)

ҚАЗАҚСТАННЫҢ КӨЛІК САЛАСЫН ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙЛАРДА ТАЛДАУ

Түйіндеме. Заманауи шындық мынада: теңізге тікелей шығуға мүмкіндігі жоқ, негізгі әлемдік нарықтардан шалғай орналасқан елдер мен халықаралық транспорттық байланыстардың даму саласында ынтымақтасуға дайын емес елдер жиі экономикалық тоқырауға душар болады. Әлемдік экономиканың жаһандану жағдайында транзит және транспорттық кешеннің дамуы, елдердің әлемдік транспорттық жүйеге интеграциялануы мен халықаралық саудаға қатысуының маңызды шарттарының біріне айналуда. Транпорттық сала, логистика мен транзиттің дамуы мемлекеттік бюджетті транзиттік және транспорттық тасымалдары төлемдерінің есебінен қосымша кіріспен толықтырудың көзі болып табылады. Әсіресе халықаралық саудаға негізгі өткізу нарықтарынан алыс орналасқан елдерге қатысу қиындық туғызады. Алшақтық факторының болуы, транспорттық жеткізулердің дамымауы, транспорттық коммуникациялармен көрші елдерде жүрудің жоғары тарифі, бірқатар мемлекеттік шекаралардан өту қажеттігі айтарлықтай транспорттық шығындарға әкеледі, ол өз кезегінде континентішілік мемлекеттердің, оның ішінде Қазақстанның да дамуын тежейді. Мақалада автор транспорттық кешеннің түрлі салаларының мәселелерін және даму жағдайы мен транзиттік әлеуетті зерттейді. Автор халықаралық транспорттық тасымалдың заманауи үрдістері мен ерекшеліктерін анықтайды, саланың дамуы бойынша ұсыныстар мен тұжырымдар береді.

Түйін сөздер: транзиттік әлеует, транспорттық кешен, халықаралық транспорттық дәліздер.

Кіріспе

Әлемдік экономиканың жаһануы жағдайында әлемдік сауда көлемінің елеулі өсуінен, тауарлар құнындағы көлік шығындарының жоғары үлесінен туындаған транзиттік қызметтерге сұраныс өсуде. Аумағы теңіз және Мұхит порттарынан алыстаған әлемнің көптеген елдерінің алдында оларда транзиттік әлеуеттің болуы және оны барынша іске асыру мүмкіндігі проблемасы тұр. Транзиттік әлеуетті іске асыру Қазақстанның экономикалық саясатының басым бағыттарының бірі болып табылады. Мемлекеттік бағдарламалар елдің транзиттік әлеуетін пайдаланудың тиімді жолдарын қалыптастыруға бағытталған (Қазақстан Республикасының 2020 жылға дейінгі Стратегиялық даму жоспары, 2010), (Қазақстан Республикасын үдемелі индустриялық-инновациялық дамыту жөніндегі 2010-2014 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарлама, 2010), (Қазақстан Республикасында көлік инфрақұрылымын дамыту жөніндегі 2010-2014 жылдарға арналған

бағдарлама) - Қазақстан Республикасы Көлік жүйесінің инфрақұрылымын дамытудың және ықпалдастырудың 2020 жылға дейінгі мемлекеттік бағдарламасы, 2014), Қазақстан Республикасының 2020 жылға дейінгі көлік стратегиясы, 2005) [1].

Қазіргі уақытта Қазақстанның транзиттік әлеуеті толық көлемде іске қосылмаған, жүк тасымалдарының көпшілігі республика ішінде жүзеге асырылады, ал транзиттік тасымалдардың көлемі елеусіз. ҚР транзиттік әлеуетін халықаралық көлік жүйесінде тиімді жүзеге асыруға ел аумағы арқылы түрлі бағыттарда өтетін халықаралық көлік дәліздері ықпал етеді. Қазақстан Еуропа мен Азия арасындағы Еуразия құрлықаралық көлік көпірінің бір бөлігі болып табылады.

Ұлы Жібек жолын қалпына келтіру елдер мен Еуразия халықтары арасындағы экономикалық, ғылыми-техникалық, мәдени және рухани ынтымақтастықты дамыту үшін жаңа перспективаларды аша отырып, жаңа еуразиялық трансконтинентальды көпірдің нығаюына ықпал ететін болады. (Қалиева А., Нұрланова Н.К., Мырзахметова А.М., 2017) [2].

Зерттеу әдістері

Бұл мақалада жүйелеу, талдау, синтез, жалпылау, индукция, дедукция және т.б. сияқты ғылыми танымның жалпы ғылыми әдістері қолданылды. Негізінен экономикалық-математикалық, статистикалық, салыстырмалы және жүйелік әдістер қолданылды. Салыстырмалы, статистикалық және экономикалық-математикалық әдістер Қазақстанның көлік кешенінің әртүрлі салаларының даму деңгейін салыстыруға, елдің барлық көлік жүйесінің темір жол, автомобиль, су, әуе және құбыржол салаларының ерекшеліктерін, мәселелерін, қазіргі жай-күйін анықтауға және негіздеуге мүмкіндік берді. Жүйелік әдіс басқа теориялық-әдіснамалық тәсілдермен кешенді түрде осы тақырыпта жүргізілген зерттеу нәтижесінде қорытындылар мен ұсыныстар жасауға мүмкіндік берді.

Талдау

Еуразия арқылы өтетін халықаралық транзит және трансконтинентальды көлік жүйесін дамыту мәселелері ресейлік ғалымдар М. Титаренконың (Титаренко М, 2015), Н. Котлярдың (Котляр Н., 2011), Д. Поповтың (Д. Попов, 2012) еңбектерінде көрініс табады, олар Еуразиялық трансконтинентальды көпірдің, Жаңа Жібек жолының құрылысы бүкіл Еуразиялық Одақтың транзиттік позициясын нығайтуға, Қытайдың экономикалық тұрақтылық дәрежесін арттыруға, сондай-ақ Еуразиялық кеңістіктің барлық елдерін өзара тығыз жақындастырады деп санайды.

Ресей ғалымдарының бұл тұжырымдарымен: Әбдікәрімова Ш. (Әбдікәрімова Ш., 2011), Сыроежкин К. (Сыроежкин К., 2007), Ермаков В. (Ермаков В., 2007), Мырзахметова, Хасенова А.Б, Нұрланова Н.К. (Калиева А, Нұрланова Н.К, Мырзахметова А.М, 2017) секілді отандық авторлардың зерттеулері де сәйкес келеді. [3].

Шетелдік авторлар Йоханесс Ф. Линн (Linn J., 2011), Фредерик Старр С. және Сванте Корнелл С. (Starr, s. F., Cornell s. E., 2015) өз еңбектерінде жалпы еуразиялық аймақтың көлік жүйесінің әлеуетін қарастырды.

Қазақстан арқылы өтетін транзиттің бірқатар артықшылықтары бар:

- Өндірушіден тұтынушыға яғни Азия елдерінен Еуропа елдеріне дейінгі жылдамдық пен қашықтықты қысқарту. Жүк 35-40 күн жолда болатын осы бағыттағы теңіз жолына қарағанда, құрлық жолымен жеткізу уақытты 2-3 есеге қысқартады.
- Тұрақты саяси жағдай және елдегі қолайлы инвестициялық ахуал.
- ЕАЭО-ты дамыту Қытай мен ЕО елдері арасында бірыңғай кедендік шекара құруға мүмкіндік берді, кедендік ресімдеулерді жеңілдетеді.

Қазіргі уақытта ЕО пен Қытай арасындағы тауар айналымы 500 млрдты құрайды. Қазақстан тауарлар транзитінен үлкен пайда алуға және 2020 жылға қарай олардың арасындағы жүк ағындарындағы үлесті 1% - дан 8% - ға дейін ұлғайтуға қабілетті. Көлік инфрақұрылымын жаңғырту қажет. [4]

Қазақстан арқылы транзиттің ұлғаюына мынадай перспективалы инфрақұрылымдық жобаларды салу және іске қосу серпін берді: Азия мен Еуропаны байланыстыратын "Батыс Еуропа - Батыс Қытай"; "Өзен - Берекет - Ерган" Т/Ж, бұл "солтүстік - оңтүстік" бағытындағы транзиттік пойыздардың бағытын 600 км қысқартуға мүмкіндік береді және Қазақстан үшін Парсы шығанағына тікелей құрлық арқылы шығуды ашады.

Зерттеу нәтижелері

ҚР-ның көлік саласындағы басты проблемалар-көлік инфрақұрылымы объектілерінің және көлік құралдары паркінің айтарлықтай тозуы (50-ден 100% - ға дейін), қазіргі заманғы көлік технологияларын баяу енгізу, автомобиль жолдарының қанағаттанарлық емес жағдайы, көлік

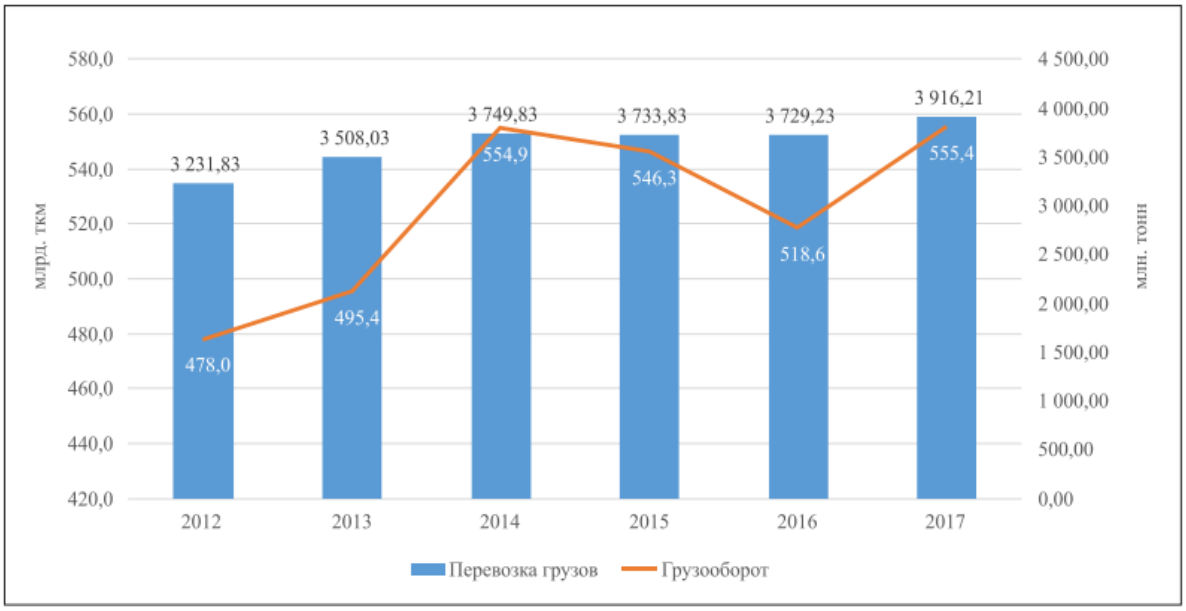
логистикасының дамымауы мен тиімсіздігі тасымалдар мен тауарлар бағасының қымбаттауына ықпал етеді.

Қазақстан Республикасының көлік инфрақұрылымы темір жол және автомобиль жолдары желісін, өзен кеме қатынасы жолдарын, көлік инфрақұрылымы объектілерін, сондай-ақ мұнай, газ құбырлары мен су құбырларын қамтиды. Қазақстан аумағы арқылы халықаралық маңызы бар 9 темір жол, 6 автомобиль және 4 әуе дәлізі өтеді.

2017 жылы елдің ЖІӨ-дегі көлік саласының үлесі 8% - дан асады. 2017 жылдың қорытындысы бойынша Қазақстан экономикасы 4% - ға өсті, бұл ретте көлік саласы 4,8% өсу көрсеткіші бар драйверлердің біріне айналды. Тәуелсіздік жылдары 40 мың км-ге жуық автожолдар қанағаттанарлық жағдайға келтірілді, 10 әуежай қайта жаңартылды, Ақтау теңіз портының қуаты артты, оның үлесі Каспий теңізіндегі жүк айналымының жалпы көлемінде қазіргі кезде 31% - ды құрайды. [5]

2017 жылғы 1 қаңтардағы жағдай бойынша Қазақстанның жалпы пайдаланымдағы көлік желісі 15,5 мың км темір жолдардан; 96,4 мың км автомобиль жолдарынан; 4,2 мың км ішкі су кеме қатынасы жолдарынан; 253,1 км троллейбус, трамвай және метрополитен жолдарынан; 61 мың км әуе трассаларынан; 23,3 мың км магистральды құбырлардан тұрды. Магистральдық құбырлардың ұзындығын ескермегенде жалпы пайдаланымдағы қатынас жолдарының жалпы ұзындығы 116,9 мың км, магистральдық құбырлардың ұзындығын ескергенде - 140,1 мың км-ді құрады.

2017 жылы көліктің барлық түрлерімен жүк тасымалдау көлемі 3916,21 млн. тоннаны құрады, бұл 2016 жылмен салыстырғанда 5% -ға көп (1-сурет). 2017 жылы айналым 555,4 млрд.теңгені құрады, бұл 2016 жылға қарағанда 7,1% -ға артық (сурет. 1). 2012-2017 жылдар кезеңінде республика бойынша жүк тасымалының жиынтық көлемінің 21% - ға өсуі және жүк айналымының 16,2% - ға өсуі, ал 2014-2016 жылдар кезеңінде оның 6,5% - ға қысқаруы байқалды (ҚР ҰЭМ Статистика комитетінің деректері, 2018). [6]



Автор ҚР ҰЭМ КК деректері негізінде жасады

1-сурет. Қазақстан Республикасында жүк тасымалдау және жүк айналымы, 2012-2017 жылдар

2017 жылғы деректер бойынша тасымалданған жүктердің жалпы көлемінде автомобиль көлігінің үлесі 84,3% - ды, темір жол - 9,7% - ды, құбыр-5,9% - ды, көліктің басқа түрлері (әуе, ішкі су, теңіз) - 0,1% - ды құрады (2-сурет). Жүк айналымында темір жол көлігінің үлесі 47,2%-ды, автомобиль көлігі - 29,1%-ды, құбыр желісі - 23,4%-ды, көліктің басқа түрлері (әуе, ішкі су, теңіз) - 0,3%-ды құрады.

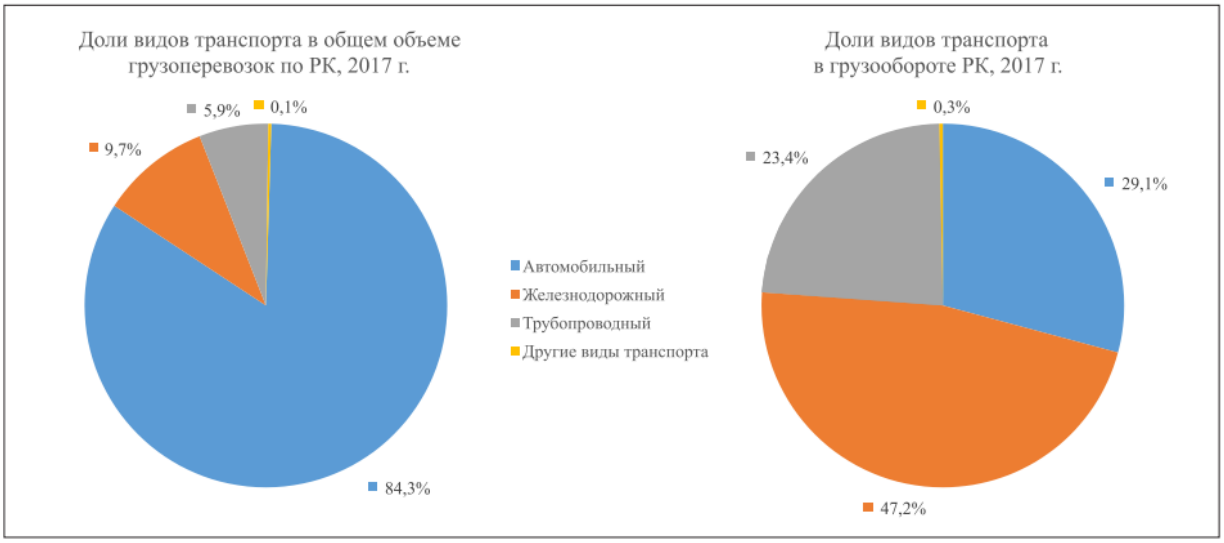
Қазақстанның жүк тасымалы нарығының динамикасын талдау 2012-2017 жж. теңіз көлігімен жүк тасымалдау көлемінің 47,4% -ға айтарлықтай төмендегенін көрсетеді; ішкі су көлігі- 2012 жылдан бастап 2016 жылға дейін 7,9%-ға төмендеу байқалды, ал 2017 жылы 41% -ға көтерілді; әуе жолымен - 2012 жылдан 2016 жылға дейін - 17,9% төмендеді, ал 2017 жылы - 24,7% -ға өсті. [7]

2012-2017 жылдардағы талдау автомобиль және темір жол көлігімен жүк тасымалының тиісінше 21,4% - ға және 28,5% - ға айтарлықтай өсуін көрсетеді. Құбыр жолдары бойынша жүк

тасымалы 2017 жылы 2012 жылмен салыстырғанда 9,2% - ға өсті. 2014-2016 жылдар аралығында қолайсыз сыртқы факторларға байланысты жүк тасымалының төмендеуі байқалды, ал 2017 жылы 13,1% - ға өсті.

Жүк айналымы бойынша 2012 жылдан бастап 2017 жылға дейінгі кезеңде ішкі су көлігі бойынша (-73,6%), - теңіз көлігі бойынша (-41,3%) және әуе көлігі бойынша (-10,4%) ең елеулі құлдырау байқалды. Әуе көлігінде 2017 жылы 2016 жылмен салыстырғанда 24,1% -ға өсу байқалды. Көліктің қалған түрлерінің жүк айналымы бойынша 2012 жылдан бастап 2017 жылға дейін: автомобиль - 22,4% - ға, темір жол - 11,1% - ға, құбыр-21,4% - ға өскені байқалды. Құбыр саласында 2014 жылдан 2016 жылға дейін жүк айналымының құлдырауы, ал 2017 жылы өткен жылға қарағанда 13,4% - ға өскені байқалды. [8]

Қазақстан Республикасының темір жол көлігі елдің көлік кешенінің негізін құрайды. Темір жолмен 2017 жылы 378,8 млн.тонна жүк тасымалданды, жүк айналымы 262,1 млрд. ткм құрады. 2016 жылмен салыстырғанда жүк тасымалдау көлемі 11,8% - ға өсті, жүк айналымы 9,7% - ға өсті. Темір жолдар үшін көлемі бойынша негізгі жүк түрлері тас көмір (27,1%), құрылыс жүктері (10,3%), темір кені (5,8%), мұнай жүктері (5,5%) болып табылады.



Автор ҚР ҰЭМ КК деректері негізінде жасады

2-сурет. Көлік түрлері бойынша Қазақстан Республикасының жүк тасымалы мен жүк айналымының құрылымы, 2017 ж.

Теміржолдың жүк тасымалынан келген 2016 жылғы кірісі 642999,5 млн. теңгені ; 2017 жылғы кірісі 686225,8 млн. теңгені құрайды. Салыстыра келгенде 2017 жылғы кіріс мөлшері 6,72%-ға өскен. Жолаушы тасымалы кірісі 2016 жылы 86689,6 млн. теңгені; 2017 жылы 80454,3 млн. теңгені құрап, табыс мөлшері 7,19%-ға дейін қысқарған.

Қазақстан теміржолы – Азия мен Еуропа арасындағы бес үлкен тораптың бөлігі: (Намазбаева Г.Н., Бисембаев Н.И., 2003).

1) Трансазия теміржолының солтүстік торабы, Еуропаны Ресей мен Қазақстан арқылы Корея түбегімен, Жапониямен байланыстарады. Ұзындығы - 1910 км, Достық, Ақтоғай, Астана, Петропавл қалаларынан өтеді.

2) Трансазия теміржолының оңтүстік торабы, Оңтүстік-Шығыс Еуропаны Түркия, Иран, Орталық Азия мен Қазақстан арқылы Қытай және Азияны байланыстырады. Ұзындығы - 1831 км, Достық, Ақтоғай, Алматы, Шу и Сарыағаш станцияларын қамтиды.

3) Трансазия теміржолының Орталық торабы. Ұзындығы - 2147 км, Сарыағаш и Қандыағаш арқылы өтеді.

4) Еуропа - Кавказ – Азия теміржол торабы TRACECA Шығыс Еуропаны Қара теңіз, Кавказ, Каспий теңізі арқылы Орталық Азиямен байланыстырады. Ұзындығы - 3836 км, Достық, Алматы и Ақтауды қамтиды.

5) Оңтүстік-Солтүстік торабы Солтүстік Еуропаны Ресей, Қазақстан арқылы Таяу Шығыспен байланыстырады. Ұзындығы - 838 км, Ақтау, Орал және Атырау қалаларынан өтеді. [9]

2020 жылға қарай Ақтоғай – Достық пен Достык – Алашанькоу шекаралық аймағының өткізу айналымы 20 млн. тоннағы жетеді. Жаңа жол маршруттарының құрылуы Жетіген – Қорғас, Өзен – Түркменістан шекарасы атты жаңа теміржол линияларының пайда болуына алып келді.

Соңғы 10 жылы ішінде жалпы пайдаланудағы 96,4 мың км жолдың 52 мыңы жөндеу жұмыстарынан өткен. Маңызды жоба Бастыс Еуропа – Батыс Қытай (жалпы ұзындығы 8 445 км,оының ішінде 2 787 км Қазақстанда) Қытай мен Еуропаны байланыстыратын қысқа жол болып табылады. Құрылыс аяқталғаннан кейін трансконтиненталдық коридор негізгі үш бағыт бойынша жүк тасымалын қамтамасыз етеді: Қытай - Қазақстан (25%), Қытай - (35%), Қытай - Қазақстан - Ресей - Батыс Еуропа (40%). 2020 жылға дейін жүк тасымалы көлемі 2,5 есеге артып, жылына 13 млн. тоннадан 33 млн. тоннаға дейін жетеді.

Қазақстанның әуе транспортының көп бөлігі жолаушы тасымалы болып табылады. Қазақстан Республикасындағы жалпы әуе трассаларының саны - 88, ұзындығы - 80718 километр. Басқа елдермен шекарадағы әуе тарссаларының саны - 71.

2017 жылы әуе жүк тасымалы 0,0225. млн. тоннаны, жүк айналысы 0,053 млрд. т км. қамтыды. 2016 жылмен салыстырғанда жүк тасымалы көлемі 24, 7%-ға, жүк айналымы 24,1%-ға өсті. Әуе арқылы жасалған жолаушылар тасымады 7,352 млн. адамды құрады, өткен жылға қарағандағы өсім - 22,4%. Жолаушы айналымы 2017 жылы 14384,2 млн. болып, өткен жылмен салыстырғанда 29,9%-ға өсті. 2017 жылғы әуедегі жүк тасымалы 6294,7 млн. теңгені құрап, 2016 жылмен салыстырғанда 20,7 %-ға өскен. 2017 жылы әуедегі жолаушы тасымалынан келген кіріс 289289,9 млн. теңгені құрап, 2016 жылға қарағанда 26,6 *%-ға өсті*.

Республикада 23 аэропорт бар, олардың 17-сі халықаралық рейстерді қабылдауға рұқсат алған. Көптеген аймақтық аэропорттық жұмысы істемейді немесе өте аз рейс қабылдайды.

2017 жылы ішкі су жолдары арқылы 1,7 млн. тонна жүк тасымалданып, жүк айналымы 0,0158 млрд. ткм. қамтыды. Салыстырмалы түрде 2016 жылға қарағанда жүк айналымы 21,3%-ға қысқарып жүк тасымалы 37,5%-ға өскен. 2017 жылы су жолы транспорты арқылы 2,1 млн. тонна жүк тасымалданып, жүк айналымы 1,584 млрд. ткм. құрады. 2016 жылға қарағанда жүк тасымалы көлемі 19,1%-ға, жүк айналымы 12%-ға қысқарған. Жолаушы тасымалындағы айырмашылық қатты көпе емес. Су жолдары транспорты алдыңғы орындарда емес және транспортта қатты рөл ойнамайды. [10].

Қазақстанның газ саласының қарқынды дамуына байланысты құбыр жолы саласы да жақсы дамып келе жатыр. Бұл транспорт түрі мұнай және газ салалары үшін өте маңызды болып табылады. Газ қоры бойынша еліміз (1 трлн, $м^3$) әлемде 25 орын алады (әлемдегі газ қорының 0,5%). Өңделетін газ 3,9 трлн. м3, оның ішінде араласқаны - 2,6 трлн, $м^3$, қалғаны - 1,3 трлн. $м^3$.

«ҚазТрансГаз» АҚ 19 мың км. болатын магистральды газ құбырларын(МГҚ) жүйесін басқарып отыр. Оның жылдық газ өткізу потенциалы 160 млрд. кубометрді құрайды. 46 мың км. құрайтын газ құбырлары 56 компрессорлық станциялардың жұмыс жасауына себеп болып отыр. [11].

Қазақстан Республикасы арқылы табиғи газ Өзбекстан мен Түркменістаннан Ресей мен Қытай тасымалданады. Газ транзиті Қазақстанда МГҚ арқылы:

-«Орта Азия - Орталық» бағыты бойынша Өзбекстан—Қазақстан—Ресей елдерінде түркмен және өзбек газы;

-«Бұхара газ аймағы - Ташкент - Бішкек - Алматы» бағыты бойынша Өзбекстан— Қазақстан елдерінде өзбек газы;

-«Орынбор - Новопсков» және «Союз» вбағыты бойынша Ресейде ресейлік газ;

-«Бұхара - Орал» бағыты бойынша Ресейде түркмен газы;

Жаңа газ құбырлары: «Қазақстан - Қытай»; «Жаңаөзен-Ақтау»; «Бейнеу - Бозой - Шымкент».

Еліміздің газ тарнспорты жүйесінің жағдайы өте жақсы және жылына 85 млрд $м^3$ газ өткізу потенциалы бар. Бұл көрсеткіш жылына 120 млрд $м^3$ көбеймекші және қарқында даму үстінде болып табылады. Магистарльды газ құбырларының ұзындыңы соңғы жылда екі есеге дейін өскен - 10 мыңнан 19 мың км. дейін. Барлық МГҚ тұтас тасымал жүйесі болып жиналып, жаңарып жатыр. Өте аз уақыттың ішінде *4* мықты, жоғары технологиялық компрессорлық станция ашылды. Олар «Қазақстан-Қытай» и «Бейнеу- Бозой-Шымкент» газ құбырларында болып табылады. «Бозой» и «Қараөзек» компересcорлық станцияларының ашылуымен «Бейнеу-Бозой-Шымкент» газ құбырының қуаттылығы жылына 10 млрд. $м^3$ жетті. Бұл көрсеткіш Қазақстанның оңтүстігіне газ жеткізіп, Қытайға эскпорт жасауға жол ашты. Қазақстандағы ең бірінші қуаттылығы жоғары АГРС-300 Ақтөбе қаласында іске қосылды. Бұл газ станциясы аймақтың жартысын газбен қамтамасыз ете алады.

Қорытынды

Жалпы алғанда, Қазақстанның транспорттық әлеуеті мынадай тенденцияларға ие болды:

1. Қазақстанның ЖІӨ-дегі транспортың үлесі жылдан-жылға өсіп келеді.

2. Жалпы жүк тасымалындағы ең үлкен үлеске иі болған автокөлік, теміржол және құбыр тасымалы салалары болып табылады.

3. Соңғы 6 жылда автокөлік және теміржол транспортында жүк тасымалы көлемінің өскені байқалады.

4. Елімізде ауқымды халықаралық теміржол және автокөлік транспорты салаларындағы жобалар басталды және олар еліміздің транспорттық, транзиттік потенциалын арттыруға үлкен көмегін тигізеді.

5. Қазақстанның әуе транспорты көбінесе жолаушы тасымалына бағытталған.

6. Ішкі су жолдары транспорты соңғы жылдарда жүк тасымалы мен жүк айналымында қысқартуларға ұшырады.

7. 2016 жылдан бастап құбыр жолдары транспортында жүк тасымалы мен жүк айналымы қарқынды өсу үстінде.

8. Су жолдарының дамуы басқа транспорттық салаларға қарағанда біраз маңыздылыққа ие болып табылады.

Қазақстан Республикасының тарнсорттық-транзиттік потенциалыны талдай келе, өте үлкен территорияда орналасып, мұхитқа шығатын жолдары болмаса да, елді мекендер мен табиғат ресурстары шашыраңқы орналасса да, еліміздің экономикасы жүк тасымалына аса мұқтаж және транспорттық жүйе өте маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар, халықаралық жүк тасымалдары да маңызға ие. Еліміздің транзиттік-транспорттық потенциалы біздің басты стратегиялық ресурсымыз болып табылады. Ал, оның басты даму жолы – транспорттық инфрақұрылымның дамуы. Дегенмен, бұл салада заманауи транспорттық технологияларды қолдану бойынша еліміз әлі де жеткілікті дамымаған. Ал, көптеген транспорттық құралдардың сапасы халықаралық стандарттардан төмен болып саналады. Транспорттық инфрақұрылымдағы объектілердің тозғаны да байқалады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1]Қазақстан Республикасы көлік жүйесінің инфрақұрылымын дамытудың және ықпалдастырудың 2020 жылға дейінгі мемлекеттік бағдарламасы (2014). URL: www.akorda.kz

[2] Kaliyeva A., Nurlanova N.K., Myrzakhmetova A.M. (2017) Central Asia as a transcontinental transport bridge based on the transport and logistic system of the countries// International Journal of Economic Research. - 14 (7). - P 365-382. URL:http: www. serialsjoumal.com

[3] Титаренко М. О перспективах развития «Шёлкового пути» //ВестникАмГУ. -2015.-№2 (70). - С 65-70.

[4] Котляр Н.В. Российские регионы в мировой транспортной системе *II* Вестник Челябинского государственного университета. -2011. - №14 (229). - С. 17-24.

[5] Абдикаримова Ш.Т. Великий Шелковый путь - стратегическая дорога межконтинентального значения *II* Вестник КазНТУ.-2011.-С.69.

[6] Kaliyeva A., Nurlanova N.K., Myrzakhmetova A.M. (2017). Assessment of the potential for the development of Kazakhstan's transport and logistics system in the context of the Eurasian Transcontinental Bridge formation. Khassenova *II* Espacios (Journal, Venezuela).- 38(14) P.36, Business, Management and Accounting, Publisher: Sociacion de Profesionales y Tecnicos del CONIC- IT.-2017, 30 June. URL: www.revistaespasios.com

[7] Linn J. (2011) Central Asian Regional Integration and cooperation: Reality or Mirage //The economics of the Post-Soviet and Eurasian integration. P. 96-117.

[8] ҚР ҰЭМ Статистика комитетінің деректері (2018) *II* URL: http://stat.gov.kz

[9] Намазбаева Г.Н., Бисембаев Н.И. (2003) Совершенствование организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте: стратегия и тактика. Алматы

[10] Статистический сборник «Транспорт в Республике Казахстан. 2010-2014» (2015) Астана, 86 с.

[11] "ҚазТрансГаз" АҚ жылдық есептері» (2018) *II* URL: http://kaztransgas.kz/index.php/ru/investoram/otchety/godovye-otchety

Кожабекова З.Е., Бакирбаева П.А., Екейбаева Д.П.

Анализ транспортной отрасли Казахстана в современных условиях

Резюме Современные реалии таковы, что страны, которые находятся вдали от основных мировых рынков, не имея прямого выхода к морю, и страны, не готовые сотрудничать в области развития международных транспортных связей, часто обречены на экономический застой. В условиях глобализации мировой экономики транзит и развитие транспортного комплекса становятся важнейшими условиями

активного участия стран в международной торговле и интеграции в мировую транспортную систему. Развитие транспортной отрасли, логистики и транзита способствует пополнению государственного бюджета дополнительными доходами за счёт платежей за транзитные и транспортные перевозки. Особенно сложно участвовать в мировой торговле странам, которые находятся вдали от основных рынков сбыта. Фактор удалённости и неразвитость транспортного сообщения, высокие тарифы за проезд по транспортным коммуникациям соседних стран, пересечение ряда государственных границ вызывают значительные транспортные издержки, что сдерживает развитие внутриконтинентальных стран, к которым относится и Казахстан. В статье автор анализирует состояние развития, транзитный потенциал и проблемы различных отраслей транспортного комплекса. Автор выявляет особенности и современные тренды международных транспортных перевозок, даёт выводы и рекомендации по развитию отрасли.

Ключевые слова: транзитный потенциал, транспортный комплекс, международные транспортные коридоры.

УДК 666.940

[1]G. Kalymbetov, [1]B. Kedelbayev, [2]K. Lakhanova,
[1]G.Iztleuov, [1]R. Balkibekov
([1]South Kazakhstan state University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan
[2]International Kazakh-Turkish University named after H. A. Yasavi, Turkestan, Kazakhstan
E-mail: gani_himik@mail.ru)

STUDY OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE PROCESS OF CHEMICAL HYDROLYTIC HYDROLYSIS AND HYDROGENATION OF WHEAT STRAW

Abstract. The article deals with the development of complex processing of carbohydrate-containing plant raw materials and waste, which will not only improve the environmental situation, but also get raw materials and additional products for the chemical industry.

Thus, the processing of renewable carbohydrate-containing plant raw materials and waste into industrially important chemicals is of great practical interest.

The study showed that this difference is due to the structural and physical-chemical properties of these catalysts.

Key words: chemical hydrolysis, chemical hydrogenation, wheat straw, agricultural crops, xylitol selectivity, mannitol selectivity, conversion rate, lower polyols.

[1]Г. Калымбетов, [1]Б.Кедельбаев, [2]К. Лаханова,
Г.Изтлеуов, Р.Балхибеков
([1]Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]Международный Казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, Туркестан, Казахстан
E-mail: gani_himik@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО ГИДРОЛИТИЧЕСКОГО ГИДРОЛИЗА И ГИДРИРОВАНИЯ СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В статье рассматриваются разработка комплексной переработки углеводсодержащего растительного сырья и отходов, которое позволит не только улучшить экологическую ситуацию, но и получить сырье и дополнительные продукты для химической промышленности.

Таким образом, переработка возобновляемого углеводсодержащего растительного сырья и отходов в промышленно важные химические вещества представляет большой практический интерес.

В ходе исследования было показано, что такое различие обусловлено структурными и физико-химическими свойствами данных катализаторов.

Ключевые слова: химический гидролиз, химическое гидрирования, солома пшеницы, сельскохозяйственные культуры, селективность по ксилиту, селективность по манниту, степень конверсии, низшие полиолы.

Альтернативой нефтеперерабатывающей промышленности является возрождение крупнотоннажной микробиологической промышленности в Республике Казахстан, непосредственно связанной с освоением сырьевой базы на основе возобновляемого растительного сырья. Переработка возобновляемого углеводсодержащего растительного сырья в промышленно важные химические вещества представляет большой практический интерес. Экономически целесообразно использовать

углеводы, содержащиеся в дешевом и широко распространенном растительном сырье. По статическим данным в Республике Казахстан среди сельскохозяйственных культур по урожайности лидируют пшеница и хлопок [1-10].

При изучении влияния температуры процесса на конверсию соломы пшеницы и селективность по ксилиту и манниту было показано, что с увеличением температуры с 75 до 175 ^{O}C конверсия соломы пшеницы возросла с 20,5 до 64,8% (таблица 1).

Таблица 1. **Влияние температуры опыта на процесс химического гидролитического гидролиза и гидрирования соломы пшеницы.**

№	T^{O}C	Степень конверсии,%	Селективность по ксилиту,%	Селективность по манниту,%	Суммарный выход,%
1	75	20,5	12,3	2,4	13,6
2	100	48,4	15,5	2,3	17,4
3	125	53,0	19,8	2,1	21,8
4	150	62,2	14,0	1,1	14,8
5	175	64,8	10,3	1,6	11,0

Это объясняется тем, что при высоких температурах возрастает концентрация ионов H_3O и OH в воде, что вызывает увеличение кислотности среды, необходимой для гидролиза соломы пшеницы. Селективность по ксилиту с ростом температуры(75-125°C) увеличилась с 12,3 до 19,8% и понизилась до 10,3% при повышении температуры от 150 до 175°C. Понижение селективности по ксилиту обусловлено тем, что при температурах выше 125°C начинают увеличиваться скорости процессов распада сахаров (гидрогенолиза) с образованием низших полиолов [11,12].

Из таблицы 1, видно, что оптимальной температурой опыта является 125°C, т.к. при этой температуре нами было получено максимальные селективность по ксилиту и суммарные выходы сорбита и маннита.

Таблица 2. **Влияние природы кислоты на процесс химического гидролитического гидролиза и гидрирования соломы пшеницы.**

№	кислота	Степень конверсии,%	Селективность по ксилиту,%	Селективность по манниту,%	Суммарный выход,%
1	HNO_3	67,4	16,4	1,7	17,5
2	H_2SO_4	75,0	19,8	2,1	21,8
3	H_2SO_3	65,2	17,8	3,0	22,6
4	HCI	70,6	17,3	2,9	18,5
5	H_3PO_4	55,7	12.3	2,4	15,0

В ходе исследования влияния природы используемой кислоты на процесс химического гидролитического гидролиза и гидрирования соломы пшеницы на конверсию и селективность по полиолам было установлено (таблица 2,), то с наибольшие значения селективности по ксилиту – 19,8% и конверсии – 75% наблюдаются в случае использования серной кислоты. При использовании фосфорной кислоты наблюдаются наименьшие значения конверсии -55,7% и селективности по ксилиту- 12,3%. По активности в процессе химического гидролитического гидролиза и гидрирования соломы пшеницы исследованные кислоты образуют следующий ряд:

H_2SO_4>HNO_3>H_2SO_3>H_3PO_4

От эффективности действия восстановительного агента зависит протекание второй части процесса химического гидролитического гидролиза и гидрирования соломы пшеницы, а именно гидрогенизации образующейся ксилозы до ксилита или маннита [13].

Видно, что конверсия соломы пшеницы и селективность по ксилиту имеют наиболее высокие значения при применении изопропанола. При использовании этанола и метанола процесс химического гидролитического гидролиза и гидрирования практически не протекает. В случае использования бутанола и глицерина, скорость реакции незначительна и процесс не может быть использован для реализации [14].

В интервале содержания ферросплава в промотированном никелевом катализаторе от 1,0 до 7,0% наблюдается повышение степени конверсии от 38,7 до 75%, а селективности по ксилиту от 12,9

до 19,8%. При повышении содержания ферросплава в промотированном никелевом катализаторе выше 7,0 масс.% наблюдалось уменьшение селективности по ксилиту с одновременным увеличением выхода пентодов, тетродов и низших полиолов.

Для реализации процесса химического гидролитического гидролиза и гидрирования соломы пшеницы были использованы промотированные ферросплавами катализаторы трех типов: никелевые, медные и кобальтовые. Эти катализаторы в изучаемом процессе проявили различную активность, которая оценивалась степени конверсии и селективности по полиолам (таблица 3).

Таблица 3. **Зависимость скорости протекания процесса химического гидролитического гидролиза и гидрирования соломы пшеницы от природы ферросплавного катализатора**

№	Природа. металла%	Степень конверсии,%	Селективность по ксилиту,%	Селективность по манниту,%	Суммарный выход,%
1.	Ni(FS)	75,0	19,8	2,1	21,8
2.	Cu(FS)	43,1	8,8	2,0	11,3
3.	Co(FS)	54,0	12,2	2,1	14,5

В ходе исследования было показано, что такое различие обусловлено структурными и физико-химическими свойствами данных катализаторов. Например, как показано в фазовым и гранулометрическими составами, пористостью, состоянием поверхности и адсорбционными свойствами. Было выявлено, что наибольшей селективностью по ксилиту (19,8) и степенью конверсии (75%) характеризуется промотированный ферросплавами никелевый катализатор. Наименьшей селективностью по ксилиту (8,8%) и степенью конверсии (43,1%) промотированный ферросплавами медный катализатор. По активности данные контакты образуют следующий ряд: Ni-FS>Co-FS>Cu-FS.

При осуществлении процесса химического гидролитического гидрирования целлюлозы соломы пшеницы в сорбит влияние температуры опыта изучали в пределах 140-220 ^{O}C. Видно, что оптимальной температурой опыта является 180°C, т.к. при этой температуре нами было получено максимальные селективность по сорбиту и суммарные выходы сорбита и маннита (рисунок 1).

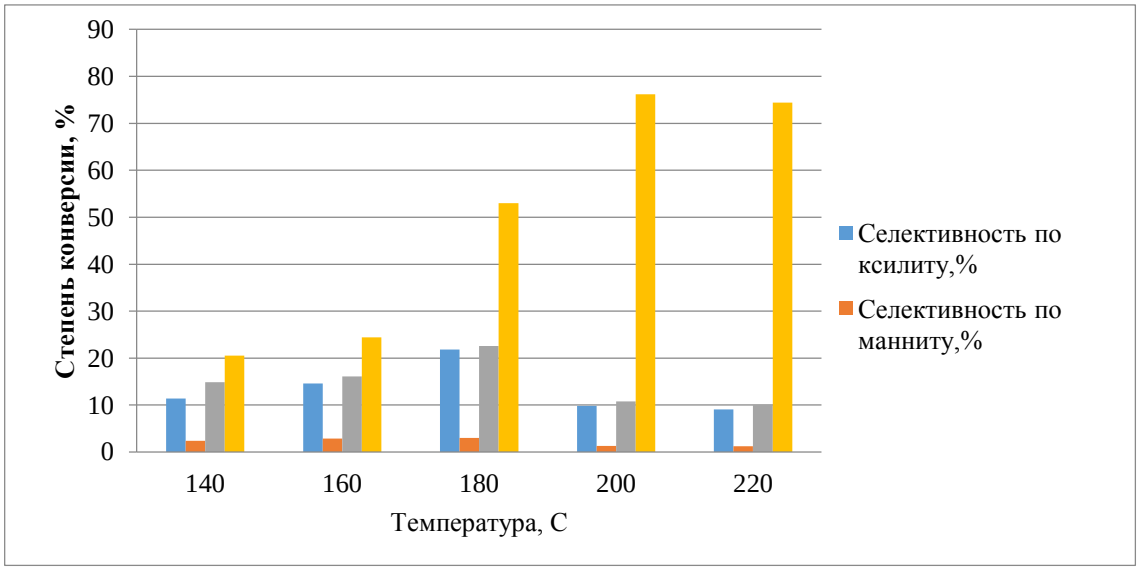


Рис. 1. Условия опыта: 0,5 г. 3% Ni/Al_2O_3(ФS), 60 минут, $Р_{H_2}$=6,0 МПа

При температурах 140 и 160 ^{O}C показатели конверсии целлюлозы (20,5-24,4%), селективности по сорбиту (11,4-14,6%) и суммарного выхода (14,9-16,1%) гораздо ниже, чем при 180 ^{O}C. Несмотря на то, что при температурах 200-220 ^{O}C конверсия целлюлозы соломы пшеницы значительно возрастает (74,4-76,2%), наблюдается снижение селективности по сорбиту (9,1-9,8) и суммарного выхода 10,0-10,8%. Это объясняется появлением в растворе других веществ, например, полиолов с числом атомов ниже пяти [15].

Исследование влияния давления водорода на процесс химического гидролитического гидрирования целлюлозы соломы пшеницы проводили в интервале от 2,0 до 10,0 МПа. Из таблицы 4 видно, что с увеличением давления водорода степень конверсии целлюлозы возрастает от 42,3 до 77,8 %. Однако селективность по сорбиту имеет максимум при давлении 6,0 МПа. То есть, доля нужного нами продукта- сорбита с увеличением давления водорода выше 6,0 МПа снижается за счет образования пятиатомных спиртов. Это выражается в росте суммарного выхода полиолов. Таким образом, нами в качестве оптимального давления выбрано 6,0 МПа (рисунок 2).

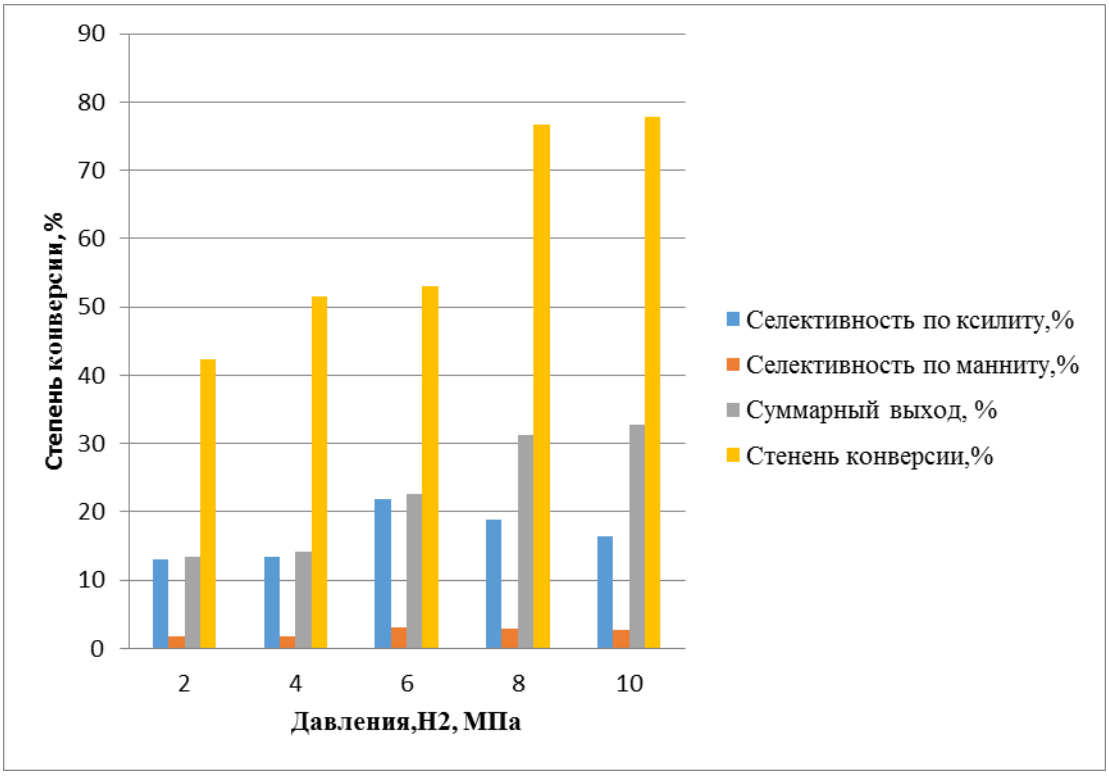


Рис. 2. Условия опыта: 0,5 г. 3% Ni/Al_2O_3(ФS), 60 минут, Топ=180°C

Таблица 4. **Зависимость скорости протекания процесса химического гидролитического гидрирования целлюлозы соломы пшеницы от состава нанесенного катализатора**

№	Содержание никеля,%	Степень конверсии,%	Селективность по сорбиту,%	Селективность по манниту,%	Суммарный выход,%
1.	1,0	53,0	24,3	3,3	25,2
2.	3,0	53,0	24,3	3,3	25,2
3.	5,0	48,1	19,3	3,0	23,3
4.	7,0	42,0	18,7	3,	22,0
5.	10,0	40,5	17,5	3,0	21,3

Как видно из таблица 4, при повышении содержания никеля в катализаторе выше 3,0 масс.% наблюдалось уменьшение выхода сорбита с одновременным увеличением выхода пентодов, тетродов и низших полиолов. Степень конверсии при этом уменьшается на 9% при 5% и в среднем на 21% при 7-10%-ном содержании никеля. Уменьшение процентного содержания никеля ниже 1% нежелательно, поскольку приводит к нестабильности получаемых экспериментальных данных.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Huber G.W., Iborra S., Corma A. Synthesis of transportation fuels from biomass: Chemistry, catalysts, and engineering // Chem. Rev. — 2006. — Vol. 106. — P. 4044 - 4098.

[2] Yang P., Kobayashi H., Fukuoka A. Recent Developments in the Catalytic Conversion of Cellulose into Valuable Chemicals // Chin. J. Catal. — 2011. — Vol. 32.

[3] Xingguang Zhang, Lee J. Durndell, Mark A. Isaacs, Christopher M. A. Parlett, Adam F. Lee, and Karen Wilson Platinum-catalyzed agueous -phase hydrogenation of D-glucose to sorbitol, Catalysis, 2016, S 7409-7417.

[4] OndaA., Ochi T., Yanagisawa K. Selective hydrolysis of cellulose into glucose over solid acid catalysts. // Green Chem. — 2008. — Vol. 10. — P. 1033-1037.

[5[Fukuoka A., Dhepe P. L. Catalytic Conversion of Cellulose into Sugar Alcohols. // Angew. Chem. 2006. — Vol. 118. — P. 5285 — 5287.

[6] Palkovits R., TajvidiK., Procelewska J., Ruppert A. Efficient conversion of cellulose to sugar alcohols combining acid and hydrogenation catalysts. // From Abstracts of Papers, 241st ACS National Meeting & Exposition, Anaheim, CA, United States, March 27-3 l, 2011, CELL-240.

[7] Palkovits R., TajvidiK., Procelewska J., Rinaldi R. and Ruppert A. Hydrogenolysis of cellulose combining mineral acids and hydrogenation catalysts. // Green Chem. — 2010. — Vol. 12. — P. 972 — 978.

[8[Palkovits R., Tajvidi K., Ruppert A. M. and Procelewska J. Heteropoly acids as efficient acid catalysts in the one-step conversion of cellulose to sugar alcohols. Chem. Commun. —2011 — Vol. 47. — P.576-578.

[9] Tao F., Song H., Chou L. Catalytic conversion of cellulose to chemicals in ionic liquid. // Carbohydrate Research. — 2011. — Vol. 346, Issue l. P.

[10] Tian J., Wang J., Zhao S., Jiang C., Zhang X. and Wang X. Hydrolysis of cellulose by the heteropoly acid H PW, O40- / Cellulose. — 2010. — Vol. 17. — P.587—594.

[11] Shimizu K., Furukawa H., Kobayashi N., Itaya У. and Satsuma A. Effects of Bronsted and Lewis acidities оп activity and selectivity of heteropolyacid- based catalyst for hydrolysis of cellobiose and cellulose. // Green Chem. — 2009. — Vo1. 11. — P. 627—1632.

[12] Rinaldi R., Palkovits R., Schuth F. Depolymerization of cellulose by solid catalysts in ionic liquiAngew. Chem. — 2008. — Vol. 120. — P. 8167 — 8170.

[13] Lail D., Deng L., Lil J., Liao B., Guo Q., Fu У. Hydrolysis of Cellulose into Glucose by Magnetic Solid Acid. // CheinSusChem. — 2011. — Vol. 4. — No. 1. — P.55—58.

[14] M.M. Murodov., G.R. Rakhmonberdiyev, M.Q. Urozov, P.J. Tojiev. Technology of making cellulose and its ethers by using raw materials // *International Conference:* Renewable Wood and Plant Resources/ Chemistry, Technology, Pharmacology, and Medicine. -*Saint-Petersburg*, 2011. –C.142-143.

[15] G.R. Rakhmonberdiyev., M.M. Murodov., M.Q. Urozov, P.J. Tojiev. Reconstruct the department of making carboxymethyl- cellulose (cmc) in the enterprise KARBONAM // *International Conference:*Renewable Wood and Plant Resources/ Chemistry, Technology, Pharmacology, Medicine.- *Saint-Petersburg*, 2011. –C.178-179.

Калымбетов Г., Кедельбаев Б., Лаханова К., Изтлеуов Г., Балхибеков Р.

Бидай сабанын гидролитикалық гидролиздеу және гидрлеу процесінің оңтайлы параметрлерін зерттеу

Түйіндеме: Мақалада экологиялық жағдайды жақсартуға ғана емес, сонымен қатар, химия өнеркәсібі үшін шикізат пен қосымша өнімдер алуға мүмкіндік беретін көмірсулар бар өсімдік шикізаты мен қалдықтарын кешенді қайта өңдеуді жасау қарастырылады.

Осылайша, қайта жаңартылатын көмірсутегі бар өсімдік шикізаты мен қалдықтарын өнеркәсіптік маңызды химиялық заттарға қайта өңдеу үлкен практикалық қызығушылық танытады.

Зерттеу кезінде мұндай айырмашылық осы катализаторлардың құрылымдық және физикалық-химиялық қасиеттеріне байланысты екендігі көрсетіледі.

Түйін сөздер: химиялық гидролиз, химиялық гидрлеу, бидай сабаны, ауыл шаруашылығы дақылдары, ксилит бойынша селективтілік, маннит бойынша селективтілік, конверсия дәрежесі, төменгі полиолдар.

УДК 553.98: 551.761(-925.22)

G.A. Akhmetzhanova
(Satbaev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: gauhar.akhm@gmail.com)

GEODYNAMIC MONITORING OF TECHNOGENIC DEFORMATION PROCESSES IN OIL AND GAS DEPOSITS OF KAZAKHSTAN

Abstract. In recent years, based on geodetic and geophysical observations carried out at oil and gas fields in Kazakhstan, data have been obtained reflecting changes in the geodynamic state of the subsurface of technogenic genesis. The presence of technogenic geodynamic processes can be judged by a number of indirect signs, such as crushing of casing strings, destruction of the cement ring and violation of its adhesion to rocks, deformation of ground structures, etc. The geodynamic monitoring of subsurface resources allows to quantitatively assess the impact of oil and gas field development on technogenic processes, comprehensively study possible negative processes and prevent their further development.

Keywords: Modern geodynamics, tectonics, oil fields, geodynamic monitoring, technogenic processes.

Г.А. Ахметжанова
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: gauhar.akhm@gmail.com)

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЗАХСТАНА

Аннотация. В последние годы, на основе геодезических и геофизических наблюдений, выполняемых на нефтяных и газовых месторождениях Казахстана получены данные, отражающие изменения геодинамического состояния недр техногенного генезиса. О наличии техногенных геодинамических процессов можно судить по ряду косвенных признаков, таких как смятие обсадных колонн скважин, разрушение цементного кольца и нарушение его сцепления с горными породами, деформация наземных сооружений и др. Работы по геодинамическому мониторингу недр позволяют количественно оценить влияние разработки нефтегазовых месторождений на техногенные процессы, всесторонне изучить возможные негативные процессы и предотвратить их дальнейшее развитие.

Ключевые слова: Современная геодинамика, тектоника, нефтяные месторождения, геодинамический мониторинг, техногенные процессы.

Согласно теории тектоники литосферных плит, зарождение и эволюция осадочных бассейнов тесно связаны глобальными геологическими и геодинамическими процессами. Решающая роль в образовании и развитии осадочных бассейнов отводится тектоническим факторам, определяющим геометрическую структуру осадочных бассейнов, скорость их погружения и осадконакопления, объем и толщину осадочных отложений. Осадочные комплексы и геотектонические факторы, контролирующие процессы генерации углеводородов обусловливают их миграцию и аккумуляцию. В результате происходивших геодинамических процессов и неоднократной смены тектонических режимов происходит чередование разных условий осадконакопления. Исследование этих процессов имеют важное научное и практическое значение для повышения эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ [1-4].

В последние четверть века были в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН *получены* новые результаты в области исследования «медленных» движений на основе многолетних геодезических и геофизических наблюдений. Эти исследования привели к становлению нового направления в геодинамике – *современной геодинамике разломов, которые отражают процесс образования разломов в реальном масштабе времени, помимо сейсмических процессов, отражающих «быструю» компоненту тектонических движений [5, 6]*. Современная геодинамика – составная часть общей геодинамики, изучающая современные (от первых лет до десятков и первых сотен лет) процессы пространственно-временного перераспределения вещества и энергии в земной коре (деформации, флюидодинамика) и различные формы проявления этих процессов с помощью точных инструментальных повторных или непрерывных методов измерений. Длительность измерений должна быть соизмеримо или больше времени проявления этих процессов. Принципиально важно то, что в отличие от геодинамики, изучающей только природные процессы, в современной геодинамике исследуются процессы как природного, так и техногенного генезиса.

Геодинамические исследования, инициированные государственными органами и проводимые в последние годы на нефтегазовых месторождениях Казахстана выполняются в связи с необходимостью решения комплексной проблемы – обеспечение безопасности разработки месторождений углеводородов. В соответствии с законодательными и нормативными документами на всех стадиях разработки нефтегазовых месторождений рекомендуется осуществлять комплекс мероприятий, направленных на всестороннее изучение возможных негативных процессов с целью предотвращения их дальнейшего развития. «Единые правила по рациональному и комплексному использованию недр при разведке и добыче полезных ископаемых», утвержденные Приказом Министра энергетики Республики Казахстан 15 июня 2018 года № 239 предписывают осуществлять наблюдения за сейсмическим и геодинамическим режимами района разработки месторождений с целью выявления очагов конкретных очагов сейсмической активности и изучения закономерностей их пространственно-временной миграции, определения механизма землетрясений, надежного трассирования сейсмоактивных зон, а также возможных просадок поверхности земли [7, 8].

О наличии техногенных геодинамических процессов можно судить по ряду косвенных признаков, таких, как смятие эксплуатационных колонн скважин, разрушение цементного кольца

и его сцепление с вмещающей горной породой, деформации наземных и подземных сооружений объектов обустройства месторождений. Тектогенез, связанный с разработкой месторождений углеводородного сырья, проникает до глубины 5-6 км и обусловлен взаимодействием отбора нефти и газа из недр и нагнетания в пласты воды и различных реагентов. В обобщенном виде к наиболее распространенным факторам геодинамического риска относятся разломы, их пространственная ориентировка по отношению к региональному полю напряжений и уровень их аномальной современной активности; структурно-литологическая и механическая неоднородность геологического разреза; глубина и суммарная мощность продуктивных интервалов; типы пород-коллекторов; неоднородность пластичных пород; добыча углеводородного сырья; наличие зон АВПД; вторичное воздействие на залежь для поддержания пластового давления; приповерхностные инженерно-геологические условия, усиливающие проявление сейсмодеформационных процессов и др.

Специфика геодинамического мониторинга требует проведения систематических повторных измерений для получения надежных результатов, освобожденных от целого ряда факторов-помех, поэтому целям и задачам проблемы обеспечения геодинамической безопасности объектов недропользования должно отвечать адекватное построение наблюдательных систем – геодинамических полигонов, долговременных, надежно закрепленных и пространственно увязанных пунктов, расположение которых учитывает структурно-геологические и промыслово-геологические особенности месторождения [9, 10]. Сети геодинамических пунктов – главная и единственная основа для получения комплексной информации о пространственно-временных изменениях местоположения этих пунктов, связанных с развитием техногенных геодинамических процессов. На пунктах геодинамического полигона проводятся постоянные (повторные) измерения для контроля за современным геодинамическим состоянием недр природно-техногенного генезиса и его пространственно-временным изменением в процессе длительной разработки месторождения углеводородов. Длительные ряды мониторинга позволят получить необходимую информационную базу для последующей комплексной оценки геодинамического риска и прогнозирования возможных негативных последствий. По результатам повторных высокоточных GPS-измерений определяются параметры вертикальной и горизонтальной составляющих движений GPS-пунктов, что в свою очередь характеризует величины и вертикальное и горизонтальное направление движений блоков (или массивов) горных пород. При проектном размещении и последующей закладке GPS-пунктов учитываются особенности геологического строения и нефтегазоносности исследуемых месторождений. Система GPS наблюдений на территории месторождений должна быть совмещена с нивелирными пунктами вдоль профильных линий.

По результатам повторного нивелирования оцениваются тенденции возможных просадок земной поверхности за счет отбора жидкости и падения пластового давления, а также уровень современных аномальных напряжений в разломных зонах для локализации участков с аномальным развитием современных деформаций. Слежение за деформациями в пределах локальных участков месторождений с повышенной пространственной детальностью наблюдений позволит осуществить контроль за процессами в потенциальных зонах, в окрестностях эксплуатационных скважин, в районах обустройства месторождения и инфраструктуры, а также на участках повышенного экологического риска. Полученные по результатам измерений разности координат и высот пунктов используются для решения задач оценки дальнейшего развития деформационных процессов оценки влияния технологии и режимов отработки месторождений.

Месторождение, в пределах которого с 2013 года выполняются работы по геодинамическому мониторингу расположено в пределах восточной бортовой части Прикаспийской впадины и приурочено к небольшому солянокупольному поднятию скрытопрорванного типа, простирающемуся в северо-западном направлении образуя на северном окончании массив овальной формы с крутыми северо-восточным и западным склонами [11]. Размер соляного тела 8,0х5,0 км. Кровля соли в своде купола залегает на глубинах 330-420 м. По результатам интерпретации сейсмических материалов в пределах площади закартирована надсолевая структура. Свод надсолевой структуры осложнен серией разрывных нарушений, образующих центральный грабен, предграбеновую ступень и крылья структуры (Рис. 1). По поверхностям продуктивных отложений триаса структура осложнена многочисленными малоамплитудными тектоническими нарушениям, преимущественно субмеридионального простирания. Тектонические нарушения, выделенные в сводовой части поднятия, образуют структуры примыкания, перспективные в нефтегазоносном отношении.

Поднятие в присводовой части нарушением делится на два полусвода, образуя два крыла - западное и восточное. Западное крыло по нижнетриасовым отложениям сбросами делится на блоки.

Для контроля за развитием современных деформационных процессов природно-техногенного генезиса на территории месторождения был создан комплексный геодинамический полигон, состоящий из трех профилей с 20 пунктами наблюдений. Задачи создания полигона и проведения комплексного геодинамического мониторинга определялись необходимостью выявления и изучения основных форм проявления природно-техногенных процессов, к которым относятся:

– современная активность разрывных нарушений, которые могут активизироваться под влиянием процессов разработки месторождения;

– современные вертикальные движения земной поверхности, главным образом, в форме просадок земной поверхности, связанные с извлечением углеводородного сырья, изменением пластового давления, неравномерным площадным и временным изменением физических свойств пород-коллекторов и др.;

– горизонтальные сдвижения массивов горных пород как следствие интенсивных просадок земной поверхности, которые могут усиливаться за счет смещения массивов горных пород по поверхности соленосных отложений.

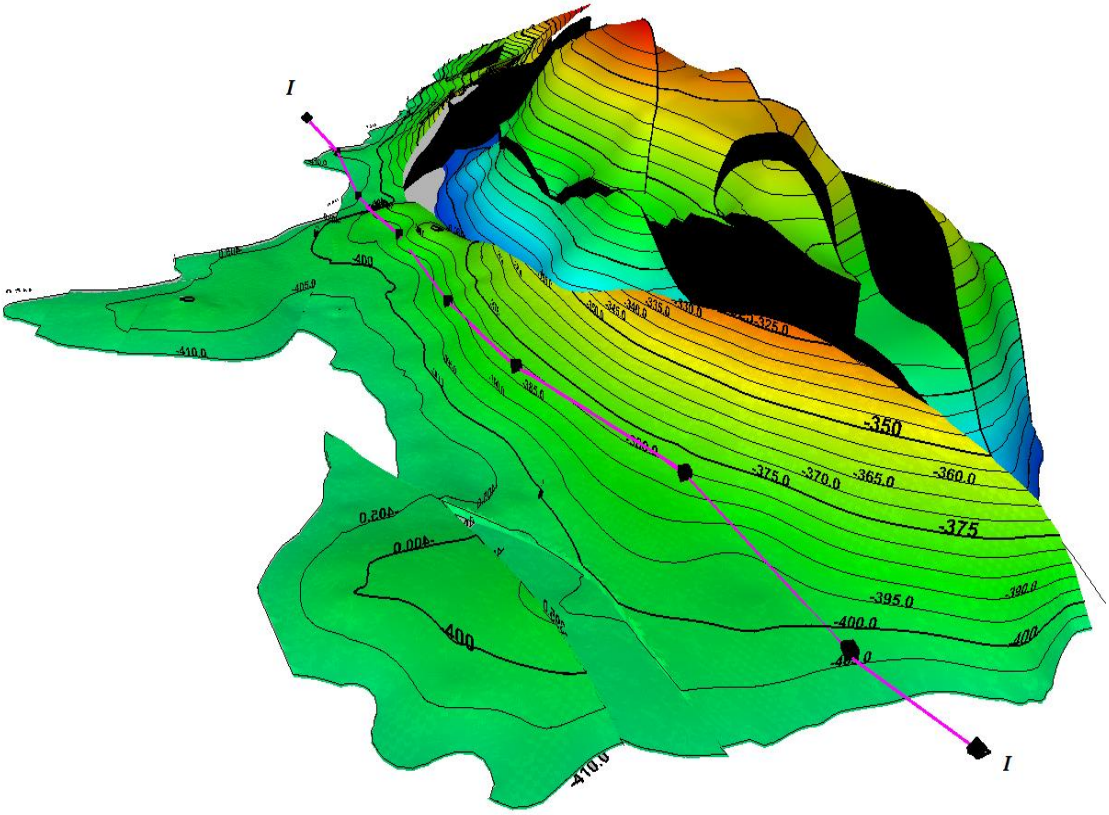


Рис. 1. Положение нивелировочного профиля на структурной карте по поверхности продуктивного горизонта

– локальные деформационные процессы в продуктивных интервалах разреза (известные процессы уплотнение пород-коллекторов), усиливающие проседание поверхности.

Базовый комплекс мониторинга этих процессов включал в себя деформационный мониторинг – картирование активных разломов и просадочных явлений с использованием результатов повторного точного нивелирования и GPS-мониторинг – площадное картирование проседаний земной поверхности и горизонтальных сдвигов массивов горных пород с использованием результатов повторных измерений методами спутниковой геодезии.

На рисунке 2 приведены результаты четырехлетнего цикла наблюдений точного нивелирования в пределах месторождения – график современных вертикальных движений земной поверхности вдоль профиля I-I, который проходит по простиранию месторождения. Эти результаты явились первой информацией, характеризующей уровень и масштаб развития деформационных процессов,

происходящих в процессе разработке месторождения, а сопоставление результатов точного нивелирования, полученных в различных циклах явилась информацией, характеризующей количественные параметры современных вертикальных движений земной поверхности вдоль линий повторного нивелирования.

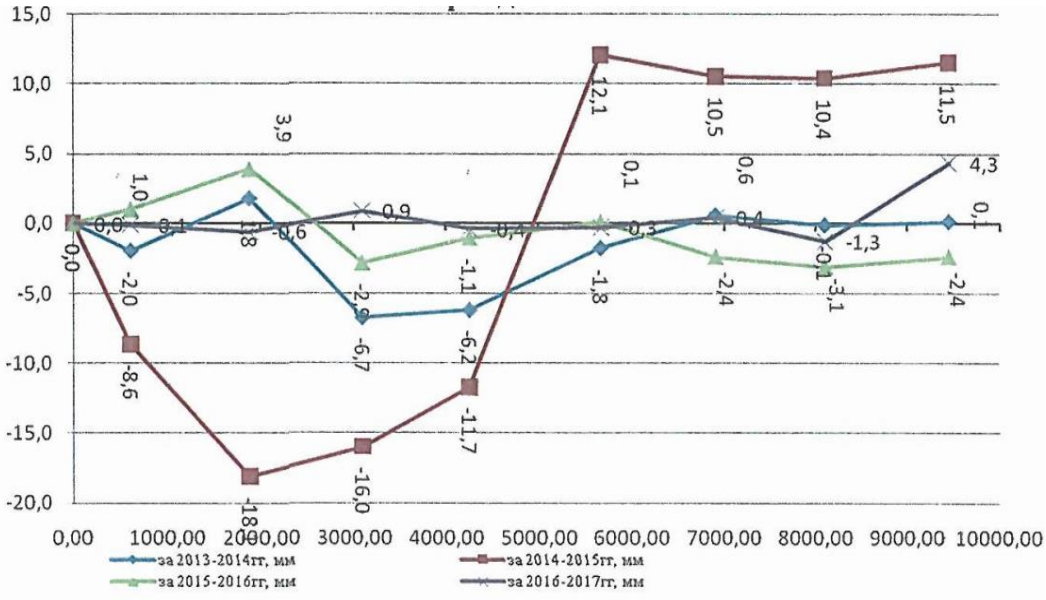


Рис. 2. График современных вертикальных движений по профилю I-I

Профиль I-I длиной 9,78 км проложен по простиранию север-юг, практически по всей сводовой части месторождения. Вдоль профиля заложено 9 нивелирных пунктов №№ 1-9, в том числе 2 пункта (№№ 1 и 9) находящиеся за пределами ВНК, так называемые опорные пункты, на которые не влияет процесс разработки. Большая часть нивелирных пунктов вдоль профиля I-I от пункта №6 до №9 имеют отрицательные значения относительно исходного пункта № 1, т.е. морфология графика вертикальных движений характеризуется проседанием земной поверхности с максимальным значением -18,1 мм в пункте №3. Данные понижения не являются аномальными и характеризовать данный участок как опасный не могут. Пункты №№ 6-9 характеризуются незначительным поднятием, с максимальным значением в +12,1 мм (пункт №6). При сопоставлении с результатами GPS-мониторинга также выявлено поднятие пункта № 6 на +6 мм. Данные значения не являются аномальными и не характеризуют данный участок как опасный.

Средние количественные величины фоновых изменений вертикальных движений земной поверхности по профилям II-II и III-III также находятся в допустимых пределах, однако, выявлены участки со значительными значениями проседания, которые необходимо взять под тщательное наблюдение при проведении последующих циклов наблюдений. Получаемые результаты будут характеризовать уровень и масштаб развития возможных деформационных процессов, включая степень современной активности разрывных нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гаврилов В.П. Геодинамическая модель нефтеобразования в литосфере и ее следствия. Геология Нефти и газа. № 6. 1998.

[2] Жолтаев Г.Ж., Булекбаев З.Е. Тектоника и нефтеносность бортовых зон Прикаспийской синеклизы. Алма-Ата. Казахстан. 1975, 206 с.

[3] Жолтаев Г.Ж. Геодинамическая модель Прикаспийской синеклизы в палеозое//Геология Казахстана. 1996. № 5. с. 41-53.

[4] Камбаров Н.Ш. Геодинамика и нефтеносность Прикаспийского осадочного бассейна. Вестник ОГГГГН РАН, № 3(13)' 2000.

[5] Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика разломных зон: разломообразование в реальном масштабе времени. Геодинамика и тектонофизика. 2014;5(2):401–443.

[6] Кузьмин Ю.О. Геодинамические последствия разработки нефтяных и газовых месторождений // Нефть и Капитал. 2006, № 8, С. 82-86.

[7] Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года № 125-VI ЗРК.

[8] Единые правила по рациональному и комплексному использованию недр при разведке и добыче полезных ископаемых. Утверждены Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 15 июня 2018 года № 239.

[9] Нусипов Е., Сидоров В.А. Геодинамическая безопасность освоения углеводородного потенциала недр Республики Казахстан. // Институт сейсмологии МОН РК и ТОО НПЦ «Экогеомунайгаз», 2002 г.

[10] Нусипов Е., Сидоров В.А., Оспанов А.Б. и др. Методическое руководство (регламент) по созданию комплексных геодинамических полигонов и проведению многофункционального мониторинга природно-техногенных сейсмодеформационных и флюидодинамических процессов при освоении углеводородного потенциала недр Республики Казахстан. Алматы: Гылым, 2003 г. 124 с.

[11] East Pre-Caspian Upper Permian and Lower Triassic Hydrocarbon Potential G. Akhmetzhanova* (Kazakh-British Technical University) & A.T. Altai (Kazakh-British Technical University). 75th EAGE Conference and Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013. London, UK, 10-13 June 2013.

Ахметжанова Г.А.

Қазақстанның мұнай және газ қауіпсіздігінің техногендік тәсілдерін геодинамикалық мониторинг.

Түйіндеме. Соңғы жылдары Қазақстандағы мұнай-газ кен орындарында жүргізілген геодезиялық және геофизикалық бақылаулардың негізінде антропогендік генездің жер қойнауының геодинамикалық күйінің өзгеруін көрсететін мәліметтер алынды. Техногендік геодинамикалық процестердің болуын бірқатар жанама белгілермен бағалауға болады, мысалы, корпустық ішектерді ұсақтау, цемент сақинасының сынуы және оның жыныстарға жабысуын бұзу, жер құрылымдарының деформациясы және т.б. Жер қойнауының геодинамикалық мониторингі бізге мұнай-газ кен орындарын игерудің техногендік процестерге әсерін сандық бағалауға, мүмкін болатын теріс процестерді жан-жақты зерттеуге және олардың әрі қарай дамуына жол бермеуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: Қазіргі геодинамика, тектоника, мұнай кен орындары, геодинамикалық бақылау, техногендік процестер.

38.47.15
38.61.91

T.A. Bazarbaeva, A.A. Urymbayeva,
G.A. Mukanova, S.R. Nurtileuova, Alkeev M.A., G.E. Zhanteeva
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
E-mail: urymbayevaaigul@gmail.com)

GEOLOGICAL-GEOMORPHOLOGICAL FACTORS FOR THE FORMATION OF AKSU RIVER POOL GEOSYSTEMS

Abstract: The geological and geomorphological factors of the geosystems formation of the Aksu river basin are discussed in the article. The study area, being part of the South Balkhash vug, has gone a long difficult path of geological development. In geological terms, the Aksu River basin is the distribution area of various genetic complexes of Quaternary sediments: mid-Quaternary - aeolian, Upper Quaternary - alluvial and modern sediments of Lake Balkhash.

Key words: South Balkhash vug, Aksu river basin, Quaternary sediments, Dzhungar-Balkhash geosynclinal system, tectonic development, alluvial deposits, complex, platform structure.

Т.А. Базарбаева, А.А. Урымбаева,
Г.А. Муканова, С.Р. Нуртилеуова, М.А. Алькеев, Г.Е. Жантеева
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: urymbayevaaigul@gmail.com)

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ БАССЕЙНА РЕКИ АКСУ

Аннотация: В статье рассмотрены геолого-геоморфологические факторы формирования геосистем бассейна р.Аксу. Изучаемая территория, являясь частью Южно-Прибалхашской впадины, прошла длительный, сложный путь геологического развития. В геологическом отношении бассейн реки Аксу является областью распространения различных генетических комплексов четвертичных отложений: среднечетвертичных – эоловых, верхнечетвертичных - аллювиальных и современных отложений озера Балхаша.

Ключевые слова. Южно-Прибалхашская впадина, бассейн реки Аксу, четвертичные отложения, Джунгаро-Балхашская геосинклинальная система, тектоническое развитие, аллювиальные отложения, комплекс, платформенная структура.

Исследуемая территория, являясь частью Южно-Прибалхашской впадины, прошла весьма длительный и сложный путь геологического развития [1]. В геологическом отношении бассейн реки Аксу, является областью распространения различных генетических комплексов четвертичных отложений: среднечетвертичных – эоловых, верхнечетвертичных - аллювиальных и современных отложений озера Балхаша. Тектоническое развитие Южно-Прибалхашской впадины обусловлено формированием Джунгаро-Балхашской геосинклинальной системы, которая в современном структурном плане представляет собой новообразованную платформенную структуру [2]. С юго-запада Южно-Прибалхашскую впадину ограничивает Шу-Илийский антиклинорий, который сложен допалеозойскими, нижне-, средне- и верхнепалеозойскими породами. С севера ее ограничивают озеро Балхаш и горы Архарлы, сложенные породами нижнего девона - нижнего-карбона. Северо-восточная граница проходит по Главному Джунгарскому глубинному разлому, который активизировался на заключительном этапе замыкания Жетысуско-Балхашской геосинклинальной системы и тем самым привел к обособлению Алакольской впадины. С южной стороны плато Карой и хребет Малайсары отделяют Балхашскую впадину от Илийской, а восточная часть впадины по Саркандскому разлому, обновленному в альпийское время, граничит с Центрально-Джунгарским антиклинорием. Южно-Прибалхашская впадина представляет собой сочетание структур постгеосинклинального и орогенного комплексов. Постгеосинклинальный комплекс сложен мезозой-кайнозойскими осадками, орогенный - верхневизейскими - пермскими образованиями, слагающими палеозойский фундамент. В Прибалхашье находится несколько площадей, где обнажаются докембрийские породы.

По Б.К. Терлецкому [3], верхний комплекс докембрия составляют сланцы и песчаники, углистые сланцы, порфироиды, зеленые породы (рассланцованные порфириты и туфы), конгломераты; мощность местами достигает 3-4 м. Верхняя серия докембрия южного Прибалхашья образует мощные сланцевые толщи с интенсивной дислоцированностью, которые вытянуты на северо-западе Южнее, в горах Кандык-таса, в сложении этой серии начинают преобладать песчаные отложения, позволяющие установить, что принос обмолочного материала происходил с юга или юго-запада. Докембрийские образования в районах наибольшего их развития в Прибалхашье разбиты на четыре комплекса, резко отличающихся по составу пород, степени метаморфизма, интенсивности дислоцированности, а также по своему стратиграфическому положению. Эти четыре комплекса: верхний комплекс составляют зеленовато-серые, сильно давленные, серицитизированные и хлоритизированные песчаники, сланцы, разного состава лавы. Второй комплекс представлен породами более метаморфизированными, чем предыдущие породы. Значительное участие в этом комплексе принимают участие разные кварциты и сланцевые породы. Третий, следующий книзу, комплекс составляют в массе еще более глубоко измененные породы. Это в основном разные сланцы – серицитовые, хлоритовые, слюдяновые, слюдистые кварциты, амфиболиты, зеленые сланцы, редко мраморы, графитистые сланцы, железистые кварциты. Самый последний – четвертый, древний комплекс, являясь основанием докембрийских толщ, состоит из различных гнейсовых пород, амфиболитов, гранатовых и слюдяных сланцев, гранито-гнейсов, гнейсо-гранитов и гранитов [4]. Аллювиальные отложения слагают русла и пойму реки Аксу. Породы по литологическому составу разные. В верховьях долин реки преимущественно распространены валунно- и гравийно-галечники. По мере движения к низовьям они сменяются на галечники и пески. В Южно-Прибалхашской впадине долины рек сложены в основном песками, содержащими отдельные линзы глин и суглинков. Мощность аллювиальных отложений 5-30 м [5].

Общие геологические и тектонические особенности юго-восточной части Прибалхашья являются основополагающими факторами пространственного размещения геосистем. Современные геодинамические особенности геосистем также находятся в зависимости от особенностей подстилающих пород и характера их залегания. Последние связаны с процессами формирования речной сети в неоген-четвертичное время.

Современные геоморфологические процессы протекавшие в исследуемой территории наблюдаются следующим образом. Южно-Прибалхашскую впадину с юго-запада окружают низкогорные и мелкосопочные Шу-Илийские горы с абсолютными отметками 600-900 м. Лишь некоторые отдельные горы достигают 1000 м. Большую часть данной территории занимают равнины с абсолютными отметками от 800 м в предгорье до 360-340 м на южном побережье оз. Балхаш. Эти

равнины сложены грядовыми, бугристыми и грядово-бугристыми песками, закрепленными скудной травянисто-кустарниковой растительностью и саксауловыми зарослями. Наиболее значительными из этих равнин являются пески Сары-Ишикотрау, Жаманкум, Моинкум, Люккум и др. песчаные массивы, пересекающимися с юга на север долинами рек Каратал, Лепсы и Аксу [6]. Одной из характерных особенностей изучения территории является широкое распространение неогеновых и четвертичных осадков континентального генезиса. Такырные образования современного возраста распространены в основном в северной и центральной частях бассейна, широко распространены озерно-аллювиальные отложения.

По схеме морфогенетических типов рельефа Казахстана, составленной Т.П. Грязновой (1960) зона формирования основного поверхностного стока, представленная высокогорьями изученного региона, относится к а) высокогорьям с ледниками, нивальной и солифлюкционной обработкой и эрозионно-денудационные среднегорья; б) эрозионные и аридно-денудационные низкогорья; в) подгорные наклонные равнины и пролювиальные шлейфы; г) аллювиальные и озерные перевеянные равнины и эоловые равнины навевания; д) аллювиальные равнины дельтовых пространств. В горных системах исследуемого региона объемы льда в ледниках различных морфологических типов неодинаковы. Это связано с высотой их залегания на горном рельефе, местом расположения в пределах ледниковых систем, основным направлением циркуляции атмосферы и распределением количества выпадающих осадков. Ледники один из компонентов природной среды, которые претерпевают существенные изменения в связи с глобальным потеплением климата. Оценка изменчивости условий существования ледников Джунгарского Алатау на территории Казахстана даны в работах последних лет [7].

Для региона по Т.П. Грязновой [8] характерно наличие ряда низкогорных массивов выступов фундамента среди аккумулятивных равнин. Горные массивы поднимаются над равнинами на 300-350 м. Выстилающие подобласть наносы перенесены с гор Джунгарского Алатау.

По данным С.С. Воскресенского, О.К. Леонтьева и А.И. Спиридонова [9] (1980) территория относится к стране возрожденных гор Средней Азии и Джунгаро-Зайсанской провинции (к Лепсинской, Талдыкурганской, Кзылжарской, Джунгарской областям). Нами составлена геоморфологическая карта бассейна реки Аксу. (рис. 1) В работе использовано районирование А.Р. Медеу, Ф.Ж. Акияновой и др. составленной для Национального атласа Республики Казахстан (2006) [10]. По данной трактовке на изученной территории выделено 3 класса, 5 генетических типов рельефа и 14 подклассов.

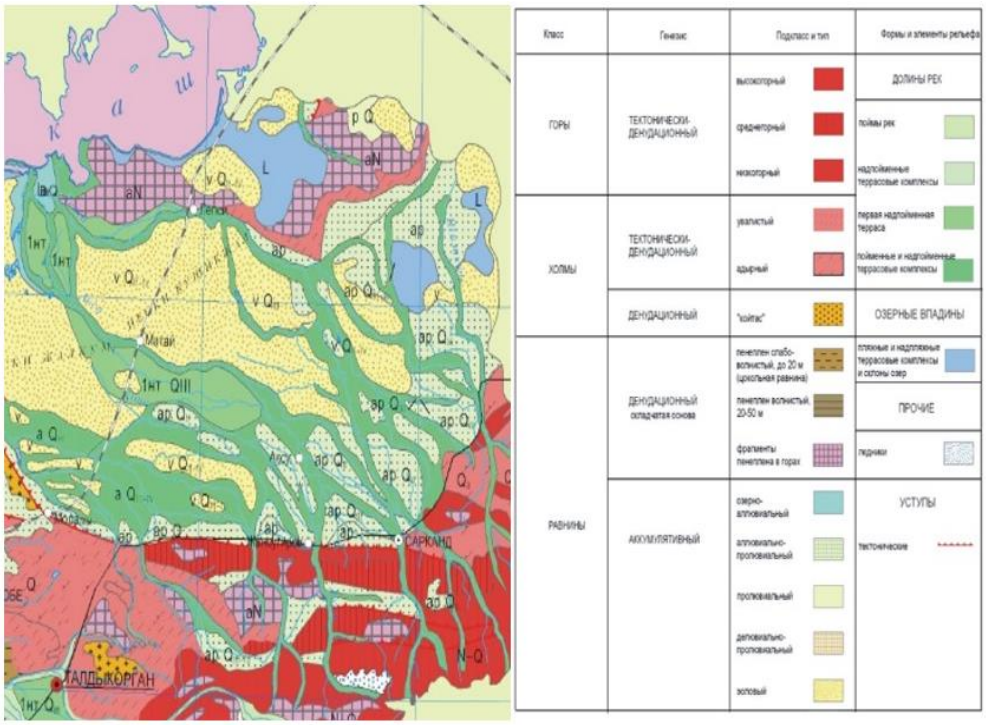


Рис.1. Геоморфологическая карта бассейна реки Аксу

Кроме этого, мы выделяем несколько разнородных форм и элементов рельефа, имеющих аллювиальное происхождение. Б.С. Захаровым [11] на изучаемой территории выделено четыре основных типа песчаного рельефа, которые закономерно сменяют друг друга в направлении с юга на север: бугристые и полого-бугристые пески; бугристые и бугристо-грядовые пески; высокие бугристо-грядовые и грядовые пески; барханы и обарханенные пески. Бугристые и полого-бугристые пески характерны для южной части пустыни. Бугристый и полого-бугристый рельеф встречается преимущественно в урочищах Жалкум и Сасыккуль. Бугры сравнительно невысокие: относительная высота 3-5 м, абсолютная высота 380 м. Бугристые и полого-бугристые пески хорошо закреплены растительностью. Более высокие бугристые и бугристо-грядовые пески расположены в восточной части междуречья вдоль левобережья долины р. Аксу. К ним относится массив Косшагыл, частично они занимают часть Жалкумов. Абсолютная высота здесь снижается до 360-370 м над уровнем моря. Рельеф представлен в основном бугристо-грядовыми песками. Основное преобладающее направление гряд с северо-востока на юго-запад, и только в западной части они простираются с запада на восток, это объясняется направлением ветров. Склоны бугров пологие от 13 до 15^0; постепенно переходящие в широкие всхолмленные понижения. Северо-западные склоны гряд более крутые от $15\text{-}18^0$, длина гряд колеблется в пределах от 70-100 м. Высокие бугристо-грядовые и грядовые пески характерны для центральной части пустыни. Абсолютная высота 350-380 м, относительная высота от 40 до 60 м. По направлению к озеру Балхашу бугристо-грядовый рельеф переходит в грядовый. Склоны гряд пологие $13\text{-}15^0$, вершины высокие и не очень широкие. Здесь наблюдается осложнение гряд более мелкими буграми. Барханы имеют неправильную форму полулуния и обращены выпуклой стороной по направлению господствующих ветров. Наветренная сторона их крутая, а подветренная сторона – пологая. Барханы сложены рыхлым перевеянным песком и способны перемещаться под воздействием ветра. Барханы на описываемой площади чаще всего наблюдаются в прибрежной полосе озера Балхаша и р. Каратала. В настоящее время основной причиной образования барханов является уничтожение растительного покрова на поверхности песчаной пустыни человеком и животными. Описанные формы рельефа занимают 70 % исследуемой территории, которая представляет песчаную пустыню, сложенную эоловыми отложениями озерно-речного происхождения. Эти отложения подвергались развеванию в ксеротермический период, в послеледниковую эпоху (Кассин, 1947). Заселение песков происходило за счет ксерофитов, с одной стороны, и с другой стороны за счет галофитной и мезофитной растительности равнин, которая под воздействием внешних условий среды приобрела псаммофитный характер.

По нашим наблюдениям [12-13] на исследуемой территории выделено пять основных типов песчаного рельефа, которые закономерно сменяют друг друга: бугристые и полого-бугристые пески; бугристые и бугристо-грядовые пески; высокие бугристо-грядовые и грядовые пески; грядово-ячеистые пески; барханы и обарханенные пески.

Для проведения комплексных физико-географических исследований нами на первых этапах исследований были определены опорные пункты (таблица 1), на которых производились полустационарные полевые исследования по основным элементам компонентов природной среды.

Таблица 1. **Ключевые участки физико-географических исследований бассейна реки Аксу**

Наименование	Характер увлажнения геосистем	Местонахождение	Координаты
1	2	3	4
бассейн р.Аксу			
1 Терективский	гидроморфный	Высокогорья	45^0 10'-79^0 40'
2 Каракозский	гидроморфный	Пойма (правый берег р. Баскан)	45^0 34'-79^0 38'
3 Алмалинский	мезоморфный	3-4 км на север от поселка, предгорная равнина	45^0 22'-79^0 59'
4 Абайский	мезоморфный	Грядово-увалистое низкогорье с разнотравно-ковыльно-типчаковой растительностью	45^0 23'-80^0 05'
5 Жансугировский	мезоморфный	4-5 км на восток от пос.Жансугиров, пойма р.Аксу	45^0 20'-79^0 28'

6 Аксуский	мезоморфный	Размытая пойма в поселке	45^0 30'-79^0 27'
7 Жаналыкский	ксероморфный	3-4 км на запад бугристая поверхность.	45^0 45'-79^0 30'
8 Ойтоганский	ксероморфный	Пойма (правый берег р. Аксу), западнее поселка бугристые пески	45^0 45'-79^0 10'
9 Ульгидийский	ксероморфный	Временный водоток, 0,5 км от главной дороги	45^0 45'-79^0 46'
10 Матайский	ксероморфный	Пойма (левый берег р. Аксу)	45^0 52'-78 ^{0}43'
11 Акозекский	ксероморфный	Временный водоток, 4-5 км от пос. бугристые пески	45^0 47'-78^{0}38'
12 Кураксуский	ксероморфный мезоморфный	Полого-плоская равнина, размытая пойма в поселке.	46^0 05'-78^0 10'
13 Копинский	ксероморфный	5-6 км от поселка временный водоток	45^0 35'-79^0 00'

Река Лепсы – по водности занимает третье место в районе. Истоки ее расположены на высоте 3000 м, в области ледников северных хребтов Жетысуского Алатау. В летние месяцы большое количество воды р. Лепсы расходуется на орошение, в результате чего нарушается естественный режим реки. Вода пресная, минерализация изменяется от 0,08. до 0,25 г/л (г. Лепсинск и с. Антоновка). Вода гидрокарбонатная кальциевая. Основными притоками являются реки Сарымсакты, Аганакты (в верховьях) и левый приток Баскан (в низовьях). В реке Лепсы объем возвратных вод не велик и составляет около 6% водозабора. Это связано с тем, что основные массивы орошения сосредоточены в бассейне её бывшего левого притока – р. Баскан, который утратил связь с самой рекой.

Современные природные процессы, как глобальное потепление климата, потеря биоразнообразия напрямую представляют угрозу геосистемам расположенных в аридной территории, таковой является почти весь Казахстан. Аридность территории усугубляет данный факт, поэтому изучение бассейнов рек, прилегающей к ней территории является важным этапом для оптимизации окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сваричевская З.А. Древний пенеплен Казахстана и основные этапы его преобразования. – Л.: ЛГУ, 1961. – 294 с.

[2] Сапожников Д.Г. Современные осадки и геология оз. Балхаш // Изв АН СССР. Сер. геол. – 1951. – Вып. 132. – С. 26-28.

[3] Ахмедсафин У.М. Формирование подземных вод. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 160 с.

[4] Кассин Н.Г. Материалы по палеогеографии Казахстана. – Алма-Ата, 1947. – 215 с.

[5] Ахмедсафин У. М. Гидрогеологические прогнозы Балхашской впадины. – Алма-Ата, 1975. – 176 с.

[6] Джуркашев Т.Н. Антропогеновая история Балхаш-Алакольской впадины. – Алма-Ата, 1972. – 132 с.

[7] Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы: Изд-во «Канагат», 2002 – 388 с.

[8] Грязнова Т.П. Геоморфологическое районирование СССР. – М., 1966. – С. 115-118.

[9] Воскресенский С.С, О.К. Леонтьев, А.И. Спиридонов и др. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. – М.: Высшая школа, 1980. – 332 с.

[10] Геоморфологическое районирование // Национальный Атлас Республики Казахстан. – Алматы, 2006. – Т.I. – С. 51.

[11] Захаров Б.С. Кормовая характеристика и перспективы освоения междуречья Каратал-Аксу // Вестник Академии наук КазССР. – 1959. – №2. – С. 12-14.

[12] Джаналеева Г.М., Базарбаева Т.А. Гидрологические и гидрогеологические особенности геосистем Каратал-Лепсинского междуречья // Вестник КазНУ. Серия геогр. – 2005. – №1 (20). – С. 4-7.

[13] Базарбаева Т.А. Антропогенная трансформация геосистем (на примере бассейнов рек Каратал, Аксу, Лепсы) // Материалы республ. научно-практ. конферен. «Шежірелі Жетісу». – Талдыкорган, 2007. – С. 22-25.

Bazarbaeva T.A., Urymbaeva A.A.,
Mukanova G.A., Nurtileuova S.R., Alkeev M.A., Zhanteeva G.E.

Ақсу өзені бассейні геожүйесі түзілуінің геоморфологиялық факторлары

Түйіндеме: Балқаш аймағының оңтүстік-шығыс бөлігіндегі өзен бассейндерін зерттеуге талдау жасалды, үш макрогеожүйе анықталды: Қаратал, Ақсу, Лепсі. Бассейнде жүретін физикалық-географиялық процестердің белгілі бір уақыт интервалдарына сәйкес келетін өзіндік өмірлік циклдері бар: а) ағынның қалыптасу

аймағының геожүйелерінің қалыптасу уақыты; б) құбылыстардың тербелмелі режимінің уақыты және жер үсті ағындарының пайда болуы және оның бүкіл географиялық ағынның қасиеттерімен байланысы; в) бассейнде ландшафттың пайда болу және жойылу уақыты. Балқаш пен Балқаш маңы көлдерінің күрделі экологиялық жағдайына байланысты, бұл өзендер суларын көлге жеткізетін негізгі өзендердің бірі ретінде ғылыми қоғамдастықтың назарында болып отыр. Ақсу өзенінің бассейні өзінің геологиялық, геоморфологиялық және гидрогеологиялық, топырақтық және ботаникалық жағдайлары тұрғысынан өзіндік ерекшелігіне байланысты, бірыңғай географиялық жүйеге біріктірілетіндіктен әрі қарай зерттеу үшін үлкен қызығушылық тудырып отыр.

Түйінді сөздер: Оңтүстік Балқаш ойпаты, Ақсу өзені бассейні, төрттік шөгінділер, Жоңғар-Балқаш геосинклиналды жүйесі, тектоникалық даму, аллювиалды шөгінділер, комплекс, платформалық құрылым.

УДК. 624.13.003.12

A.E. Bodessova, B.S. Akhmetov
(Turan University, Almaty, the Republic of Kazakhstan)
E-mail: aidana9596@bk.ru)

CRITERIA ALLOWING TO DETERMINE THE BEGINNING OF THE DESTRUCTION OF THE SOIL OBLIQUELY LAYERED ANISOTROPIC STRUCTURE

Abstract. The article examines the study of the state of the soil and the causes of erosion, the deformed state of the soil, how humanity is struggling with this. The future of mankind is closely connected with the future of the planet's earth resources. The soil provides agriculture, improves water quality and prevents the release of greenhouse gases into the atmosphere. However, human activities, including soil erosion in agriculture, quickly destroy soil faster than it naturally replenishes. At this pace, human security in the next century will be seriously threatened by unsustainable soil management practices. Royal Engelbregt Gravning Amundson reviewed a review of recent advances in understanding global soil resources, including how carbon stored in soil responds to anthropogenic warming. Bringing this knowledge to life is the biggest problem.

Key words: soil destruction processes, dynamic effects on soils, cryogenic processes, permafrost-soil conditions, physical and mechanical properties, strength and deformation properties of frozen soils.

А.Е. Бодесова, Б.С. Ахметов
(Университет Туран, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: aidana9596@bk.ru)

КРИТЕРИЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ ОПРЕДЕЛИТЬ НАЧАЛО РАЗРУШЕНИЯ ГРУНТА НАКЛОННО- СЛОИСТОГО АНИЗОТРОПНОГО СТРОЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются исследование состояния почвы и причины эрозии, деформированное состояние грунтов, как с этим борется человечеству. Будущее человечества тесно связано с будущим земных ресурсов планеты. Почва обеспечивает сельское хозяйство, улучшает качество воды и предотвращает выброс парниковых газов в атмосферу. Тем не менее, деятельность человека, включая эрозию почвы в сельском хозяйстве, быстро разрушает почву быстрее, чем она естественным образом пополняется. При таких темпах человеческая безопасность в следующем столетии будет серьезно угрожать неустойчивой практикой управления почвой. Ру́аль Э́нгельбрегт Гра́внинг Амундсон проанализировал обзор последних достижений в понимании глобальных почвенных ресурсов, включая то, как углерод, накопленный в почве, реагирует на антропогенное потепление. Воплощение этих знаний в жизнь - самая большая проблема.

Ключевые слова: процессы разрушения грунтов, динамические воздействия на грунты, криогенных процессов, мерзлотпо-грунтовые условия, физико-механическим свойствам, прочностных и деформационных свойств мерзлых грунтов.

На процессы разрушения грунтов и горных пород в основном влияют: структурно-геометрические свойства (форма, размеры и относительное расположение составляющих частиц); физические свойства (весовые параметры материалов); механические свойства — способность материалов сопротивляться воздействию внешних нагрузок; способ разработки грунтов и пород. Различают грунты: нескальные (песок, супесь, суглинок, глина и т.п.), разборно-скальные (сцементированные глины — аргиллиты, гипс, мел, известняки и др.) и скальные (плотные известняки, доломит, мрамор, песчаник и др.). Грунты, имеющие положительную температуру, называют немерзлыми (талыми), отрицательную — мерзлыми.

Скальные грунты представляют собой сцементированные и спаянные породы, залегающие в виде сплошного массива или трещиноватого слоя. Они характеризуются высоким пределом прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, а также — растворимостью и размягчаемостью в воде. Скальные грунты прочны, практически не сжимаются и не промерзают. Нескальные грунты в пределах РК имеют много разновидностей, отличающихся между собой широким диапазоном физических свойств. Пластичность и консистенция глинистых грунтов. Изменение влажности оказывает большое влияние на свойства глинистых грунтов, которые при этом могут переходить из твердого состояния в полутвердое, затем в пластичное и, наконец, в текучее или наоборот. Если образцу маловлажного глинистого грунта попытаться путем раскатывания придать форму проволоки, то он будет крошиться.

В городах широко распространены динамические воздействия на грунты. Источниками их являются: транспорт, фабрично-заводское оборудование и механизмы, ударные и вибрационные строительные машины и др. Грунты различного состава, структуры и физического состояния по-разному реагируют на динамические воздействия. Теоретически все типы грунтов и даже скальные грунты могут в какой-то мере изменяться при соответствующем режиме динамических воздействий. Вибрация, удары, толчки и другие колебательные воздействия широко проявляются в городских условиях, существенно влияют на грунтовые образования под фундаментами зданий и сооружений. Наиболее чувствительны к таким воздействиям: а) раздельно-зернистые грунты (пески, гравий, галечники, щебень, валуны), находящиеся в недоуплотненном состоянии; б) грунты, имеющие рыхлую, тиксотропную структуру (водонасыщенные рыхлые илы, сапропели, плывуны, разжиженные лессы и т.п.), структурные связи которых легко разрушаются при механических воздействиях; в) скопления продуктов выветривания, оползневые и другие неустойчивые породы на склонах. Разжижение грунтов — процесс, вследствие которого грунт ведёт себя не как твёрдое тело, а как плотная жидкость. Разжижение более характерно для насыщенных влагой сыпучих грунтов, таких как илистые пески или пески, содержащие прослойки непроницаемых для воды отложений. Разжижение грунта может произойти во время землетрясения, потому что при прохождении сейсмической волны частицы грунта начинают колебаться с разными скоростями и часть контактов между ними разрывается, в результате грунт может стать водой с взвешенными в ней песчинками. Вода стремится отжаться, но прежде чем грунт вернётся к первоначальному состоянию, здания, стоящие на нём, могут быть разрушены.

Экологическая составляющая большинства геокриологических исследований состоит из оценки проявление криогенных процессов, которые наблюдаются в природе. Были квартированы криоэкологическое состояние путем выявления областей антропогенно спровоцированных криогенных процессов. Научно-методический подходы этой оценки могут быть применены к инженерной геокриологии, предварительные стадии исследования и принятие стратегических решений природоохранными организациями для развития криолитозоны. Человеческая деятельность в арктических регионах, если ее не отрегулировать, может быстро превратить населенную циркумполярный пояс в однообразную «серо-коричневую искусственную пустыню». Такие переходы были наблюдается в Норильской и Мончегорской областях, в частности. Следовательно, необходимо создать большее количество биоресурсных заповедников со строгими режимами охраны для сохранения биоразнообразия в зона вечной мерзлоты России. Следует отметить, что исследования на местном уровне (в первую очередь на месторождениях нефти и газа для планирование инфраструктуры и экосистем) имеет обширную картографическую прогнозную активацию криогенных процессов на ландшафтной основе. Такие карты на глобальном и региональном уровне были составлены и опубликованы значительно реже. Основная тема этого документа посвящена цифровым картам оценки, подробности и масштабы которых соответствуют географическому атласу с использованием программ «Illustrator» и ArgGIS. Пейзажи и Характеристики вечной мерзлоты были скорректированы с использованием информации с ключевых участков. Наложение слоев разного типа застройки (транспортные маршруты, горнопромышленные комплексы и т. д.) позволит более конкретно прогнозировать возникновение опасных геоэкологических ситуаций. Также возможно прогнозировать вечно-мерзлотные экологические ситуации, изучая эволюционные климатические тренды. Карты атласа, разработанные на основе общего ландшафта, имеют универсальное значение, что позволяет нам организовать, проанализировать и обобщить информацию о ландшафтах зоны вечной мерзлоты для окружающей среды управление. Их содержание, выбранные показатели, классификации и градация ценностей были разработаны с учетом возможности их дальнейшего

применения в геоэкологических оценках и для принятие административных решений. Они активно используются в учебном процессе в качестве наглядных пособий.

Мерзлотпо-грунтовые условия территории Европейского Севера существенно отличаются от таковых Западной Сибири. Среднегодовые температуры многолетнемерзлых грунтов в данном районе существенно выше (в среднем минус 2 - минус 3°С), что наряду с широким распространением засоленных, заторфованных и льдистых грунтов обусловливает более яркое проявление их реологических свойств и усложняет задачи проектирования и строительства инженерных сооружений. Имеющиеся данные по физико-механическим свойствам грунтов получены в основном на стадии инженерно-геокриологических изысканий, при этом методы прогноза прочностных и деформационных свойств мерзлых грунтов производятся согласно действующим нормативным документам, разработанным, как правило, для грунтов Западной и Восточной Сибири и Якутии. Имеются лишь единичные публикации, касающиеся механических свойств мерзлых грунтов Европейского Севера. Объем опубликованных материалов не позволяет установить закономерности зависимости прочностных и деформационных характеристик основных видов грунтов от физических свойств и температуры.

Заключение

В настоящее время активно исследуют прочностных и деформационных свойств мерзлых грунтов, залегающих в пределах оснований сооружений территории Европейского Севера, а так же север России, здесь строится и проектируется целый ряд магистральных и межпромысловых нефтепроводов (Ю. Хыльчуя - Варандей, Харьяга - Варапдей и т.д.), по территории Европейского Севера проходят трассы газопроводов (Ямал - Ухта), разрабатываются ряд крупных нефтяных месторождений, производится поиск и разведка новых.

Следует отметить, что мерзлотные условия севера Западной Сибири, в том числе и полуострова Ямал, на котором расположено большое количество нефтяных и газоконденсатных месторождений, исследованы довольно широко. Накоплен большой объем инженерных изысканий и исследований.

Департамент планирования, промышленности и окружающей среды (бывшее Управление по окружающей среде и наследию) возглавляет реализацию программы по состоянию земли и почвы, которая называется «Мониторинг, оценка и отчетность» (MER). Эта программа началась в 2008 году и установила базовый уровень состояния почвы и возможностей земли на 850 парных участках по всему Новому Южному Уэльсу. Это самый большой набор данных такого рода в Австралии.

Эти исследовании важны для проведение расчета оснований по деформациям является ограничение абсолютных или относительных перемещений такими пределами, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения и не снижается его долговечность (вследствие появления недопустимых общих и неравномерных осадок, подъемов, кренов, изменений проектных уровней и положений конструкций, расстройств их соединений и т.п.). При этом имеется в виду, что прочность и трещиностойкость фундаментов и надфундаментных конструкций проверены расчетом, учитывающим усилия, которые возникают при взаимодействии сооружения с основанием.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Аксенов В.И. Засоленные мерзлые грунты Арктического побережья как основание сооружения. М. «Все о мире строительства», 2008. 351с. URL: http://www.iprbookshop.ru/83685.html

[2] Велли Ю.Я. Устойчивость зданий и сооружений в Арктике. JL: Стройиздат, 1973. 152 с. URL: http://www.iprbookshop.ru/64870.htm l

[3] Вялов С.С. Реологические свойства и несущая способность мерзлых грунтов. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 188 с. URL: http://www.iprbookshop.ru/54964.html

[4] Вялов С. С. Реология мерзлых грунтов. М.: Стройиздат, 2000. 463 с. URL: http://www.iprbookshop.ru/83685.html

[5] Вялов С.С., Гмошинский В.Г., Городецкий С.Э. Григорьева В.Г., Зарецкий Ю.К.,

Пекарская Н.К., Шушерина Е.П. Прочность и ползучесть мерзлых грунтов ирасчеты ледогрунтовых ограждений. М.:: Изд-во АН СССР, 1962. 254с. ISBN 978-5-98704-422-7 URL: http://www.iprbookshop.ru/9132.html

[6] Bakker, M.M., Govers, G. & Rounsevell, M.D.A. 2004. The crop productivity-erosion relationship: an analysis based on experimental work. Catena, 57(1): 55-76. https://www.researchgate.net/publication/40111203

[7] Tumel, V.F. About permafrost survey. Izv. AN USSR Ser. Geogr. Geophys. 1945, 9, 135–1. (In Russian) https://books.google.kz/books

[8] Kudryavtsev, V.A. Permafrost survey as the main type of permafrost research. In Permafrost Research; MSU: Moscow, Russia, 1961; pp. 3–10. (In Russian) https://www.mdpi.com/2076-3263/9/5/232/htm

[9] ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. М.: МНТКС, 1996. 29 с. http://www.iprbookshop.ru/1935.html

[10] ГОСТ 25358-82. Грунты. Метод полевого определения температуры. Москва 1982. URL: http://www.iprbookshop.ru/1014.html

[11] ГОСТ 4151-72. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости. Госстандарт. 1974 ISBN 978-985-08-0878-3. URL: http://www.iprbookshop.ru/11503.html

[12] Курманбеккызы Н. Устойчивость систем горных склонов с учетом оползневой и сейсмической опасности: автореф....канд.физ.-мат.наук: 01.02.04; 25.00.20. –Бишкек,2010.–с.17–22. ISBN 978-5-7638-3024-8 URL: http://www.iprbookshop.ru/84283.html

[13] Абовский Н.П. Фундамент о строениев условиях слабых, просадочных, пучинистых грунтов и в сейсмичных районах /Сейсмостойкое строительство, безопасность сооружений. –М.–2004.–No3.С.9-13. URL: http://www.iprbookshop.ru/50052.html

[14] Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Туебаев М.К. Устойчивость пластовых горных выработок. Монография.-Алма-Ата:Изд-во «НАУКА» Казахской ССР,1977.-С. 117 URL: http://www.iprbookshop.ru/33653.html

[15] Баймахан Р.Б. Развитие методов расчета сейсмонапряженного состояния подземных сооружений с учетом особенностей геодинамики региона: автореф....док.техн.наук.-Алматы,2003.- с.244. URL: http://www.iprbookshop.ru/39647.html

Бодесова А.Е., Ахметов Б.С.

Топырақтың қиғаш қабатталған анизотропты құрылымын бұзудың басталуын анықтауға мүмкіндік беретін критерийлер.

Түйіндеме. Мақалада топырақтың күйі мен эрозия себептері, топырақтың деформацияланған күйі, адамзат бұған қалай күресіп жатқандығы қарастырылады. Адамзаттың болашағы планетаның жер ресурстарының болашағымен тығыз байланысты. Топырақ ауыл шаруашылығын қамтамасыз етеді, судың сапасын жақсартады және атмосфераға парниктік газдардың шығарылуын болдырмайды. Алайда, адамның іс-әрекеті, оның ішінде ауылшаруашылығындағы топырақ эрозиясы, топырақ табиғи түрде қалпына келместен тез жойылады. Осы қарқынмен келесі ғасырда адамның қауіпсіздігіне топырақты басқарудың тұрақсыз тәжірибесі қатты қауіп төндіреді. Король Энгельбревт Грейв Амундсон топырақтағы көміртектің антропогендік жылынуға қалай әсер ететінін қоса алғанда, жаһандық топырақ ресурстарын түсінудегі соңғы жетістіктерге шолу жасады. Бұл білімді өмірге жеткізу - ең үлкен мәселе.

Түйін сөздер. топырақтың жойылу процестері, топыраққа динамикалық әсер ету, криогендік процестер, мұздатылған жер жағдайлары, физикалық және механикалық қасиеттері, мұздатылған топырақтардың беріктік және деформациялық қасиеттері.

УДК 502.175

A. Mussagaliyeva, Z. Assipova, A. Zhakypbek
(Al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan
e-mail: mussagaliyeva_a@mail.ru)

EVALUATION OF INFLUENCE OF POLLUTANT EMISSIONS INTO ATMOSPHERE IN THE ATYRAU REGION

Abstract. The Atyrau region takes a special place among regions and zones of ecological disaster in Kazakhstan. The increase of oil and gas production and high aggression of extracted raw materials exert effect on the processes of intensive pollution of atmosphere, surface waters and underground waters, and through them – soil and vegetation cover.

The article contains the analysis of pollutant emissions into atmosphere of the Atyrau region. Main sources of region pollutants, as well as predominant substances which contribute to atmosphere pollution to the maximum extent are defined. On this basis there were proposed the methods for emissions control.

The population of the Atyrau region comes into contact with oil and petroleum refinery products including other toxic and carcinogenic chemical substances released into environment and exerting detrimental impact on the environment. Therefore, the analysis of emissions into environment presented in the article was carried out along with the evaluation of health of the population living in this region.

Key words: atmosphere, Atyrau region, emissions, pollution.

Introduction. Factories of oil and gas producing industry, which play a vital role in nation's economy, are among originators of current unfavourable environmental situation. Territories adjacent to oil deposits become regions most exposed to the anthropogenic load having high concentrations of pollutants.

The increase of oil and gas production, high aggressiveness of extracted raw materials exert effect on processes of the intensive pollution of atmosphere, surface waters and underground waters, as well as soil and vegetation cover where heavy metals, radionuclides and oil products are accumulated. According to rough estimates, the majority of pollutants enter the atmosphere - 75%, water - 20% and soil - 5% in the course of oil refining process.

The most part of the population of the Atyrau region comes into contact with oil and petroleum refinery products, as well as with other toxic and carcinogenic chemical substances which have detrimental impact on the living environment, professional groups of the population and local residents. Against the background of the existing ecological and social problems, the detrimental impact of pollutants on human body may increase multifold. Therefore, it is necessary to evaluate the impact on environment components of the region, mainly in respect of the territories of oil and gas production.

Materials and research methods. The research in the process of impact evaluation on various environment components is conducted by means of assimilation to evaluation methods of the environment impact of economic activities, within the scope of which possible effects of economic and other activities on the environment and health of a human of an individual enterprise are evaluated.

The impact on the following is evaluated during the process of the environmental impact evaluation:

1) atmospheric air, except for the impact of greenhouse gas emissions;

2) health status of the population.

Virtually the direct impact can be considered by means of atmospheric emissions analysis. Consequences of the impact of these factors on the public health are considered as an indirect effect.

Negative and positive effects on the environment and human health shall be considered in the process of the environmental impact evaluation.

The area of the Atyrau region - 118.6 thousand m^2. As of April 1, 2017, the population of the region comes up to 633791 people [2], 48% of which is urban population and 52% - rural population. The Atyrau region includes 2 cities: Atyrau and Kulsary, as well as 7 administrative districts: Kurmangazy, Isatay, Makhambet, Inder, Kzylkogin, Makat and Zhylyoi. The center of the region is located in Atyrau city.

The Atyrau region borders: from the west - with the Astrakhan Region of the Russian Federation, from the north - with West Kazakhstan Region, from the east – with the Aktobe region and from the south-east it is washed by waters of the Caspian Sea to the Ustyurt plateau in the Mangystau region.

Average yearly temperature changes across the region from 8°C to 12°C. Winter is moderately cold. The average temperature of the coldest month January ranges from - 12.7°C (Atyrau city). However, sometimes in coldest winters the temperature reaches -38°C (Atyrau city). Stable snow cover is formed in the third decade of December, the mean height of snow cover reaches 5-8 cm, maximum 20-23 cm (Atyrau city). The number of days with snow cover is approximately 70 days.

Summer is hot and long-lasting within the most part of the territory. Generally, the average temperature of July (the hottest month) is not lower than +25 - +26°C. In some years the temperature increases up to +42 - +47°C. The annual amplitude of air temperature fluctuates from 33°C to 36.0°C. The duration of the period with the diurnal mean air temperature above 0°C makes 180-210 days. The emergence of high temperatures is explained by the ample solar radiation inflow and small expenses heat input for evaporation. The maximum number of days with high temperatures falls within July and August, when the air temperature almost always exceeds the value of +30°C [2].

The Atyrau region is characterized by strong winds and dust storms. Mostly the annual mean wind speed changes within the range of 4-6 m/s, increasing off the coast up to 5-7 m/s. East and south-east winds are predominant during the cold period (September-April), but north and north-west winds are predominant in summer –. Number of days with the speed of wind up to 15 m/s comes up to 42.

Soil cover of the Atyrau region is distinguished by a wide variety, zonal soils are light-brown, brown and grey-brown (southwards) [3].

Alkaline soils are widely distributed within the territory of the region and may be encountered as uniform massives, in complexes and combinations with other soils. The largest percentage of alkaline soils is located in the subzone of light-brown soils. Sands within the territory of the region are located mostly in desert zones of grayish-brown and brown soils, as well as in zones of contemporary and ancient Ural, Uil and Emba rivers. There are also therapeutic muds - Karabotan, Zhamansor, etc. [4] within the region territory.

Considering natural-agricultural classification, the region is a part of semidesert (desert-steppe) and desert zone. The desert zone includes 3 districts: Naryn, Emba, Primorsk; the semidesert zone includes Uil district.

Large rivers flowing across the territory of the region are: Ural – the main water artery in the region (overall length - 2,534 km, within the territory of Kazakhstan – 1,084 km), Emba (712 km), Sagyz (511 km), Oyil (800 km). The Ural River flows into the Caspian Sea, 45 – 50 km to the south from Atyrau. Kigach and Sharonovka are the rivers which flow into the Volga River. All other rivers - Uil, Emba, Sagyz, Kaynar - flow only during the spring flood season. Channels, inundations, arms, boggy areas and numerous lakes are formed in lower reaches of rivers, and the most of them are salty. In summer after drying they turn into alkaline soils. There are poplar and willow groves found at riversides. The biggest lake in the region is the Lake Inder (110.5 km^2). [4]

The ecological state of atmospheric air in the Atyrau region is predetermined by the volume of emissions and ingredients of pollutants from oil and gas complexes, energy-community facilities, vehicles and other economic activity objects.

Major pollution sources are: oil fields, oil pipelines, oil storages (oil depots), oil refineries, land and water transport which transfers oil products; flushing-steaming stations; railway transport enterprises (locomotive and railroad car depots, overhaul factories. etc.), i.e. they cause 80-85% of air basin pollution within the region.

Extraction of oil and gas can result to increasing air, soil and sea pollutions and also the emission of greenhouse gas such as methane. Carbon dioxide can also enhance the global gases. It is estimated that fuel production of the Caspian environment will emit about 20-15 million tons of carbon dioxide per year. [5]

Main factors of dimensional dispersion of technogenic emissions are weather conditions: direction and speed of wind, air temperature, precipitations, relative air humidity, etc. Gas and dust emissions, which settle on the soil surface are firmly fixed within the upper horizon.

In oil and gas industry they include:

- combustion of oil-dissolved gas;
- accidents and fires at oil storages and refineries;
- emissions from oil-processing and petrochemical industry factories.

Within the city they can also include:

- emissions from gasoline and diesel motor transport engines;
- wastes incineration, burning landfills, etc.;

Results. Emissions into atmosphere within the region are predominantly connected with factories of oil producing and oil refining industries [6].

The volume of pollutants emissions into atmosphere from stationary sources is presented in table 1.

Table 1. **Emissions of pollutants (thous. tons) into atmosphere from stationary sources over the period from 2009 to 2017.**

Region	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kazakhstan	*2 320,0*	*2 226,6*	*2 346,3*	*2 384,3*	*2 282,7*	*2 256,7*	*2 180,0*	*2 271,6*	*2 357,8*
Akmola	71,5	72,9	77,8	105,7	83,8	84,6	85,6	94,5	86,9
Aktobe	218,4	125,3	119,8	123,9	125,4	121,8	134,3	155,6	169,5
Almaty	71,3	74,7	73,4	64,3	68,4	51,6	55,0	50,3	43,4
Atyrau	100,2	97,8	107,4	133,1	138,4	109,1	110,7	167,1	177,0
West Kazakhstan	49,6	58,1	55,9	62,0	60,4	44,7	42,4	42,5	41,5
Zhambyl	16,7	19,3	24,9	40,7	33,6	38,2	41,9	52,4	51,9
Karagandy	687,7	661,2	691,3	641,4	572,6	603,6	596,4	593,0	598,7
Kostanai	111,0	114,5	109,4	100,6	115,4	103,8	91,6	98,7	114,8
Kyzylorda	33,9	29,0	31,9	31,1	31,2	30,8	30,1	30,1	27,5
Mangystau	64,3	68,6	75,8	64,2	77,5	88,3	72,5	65,8	62,6
South Kazakhstan	39,9	40,7	47,1	48,6	56,3	59,9	69,0	72,1	68,2
Pavlodar	560,8	572,5	632,2	675,9	650,4	610,2	552,9	542,7	609,8
North Kazakhstan	77,7	77,8	77,0	75,7	71,4	72,0	74,9	77,7	76,4
East Kazakhstan	149,2	147,0	147,2	140,1	125	129,6	127,1	128,6	129,3
г. Nur-Sultan	56,5	56,2	63,5	64,9	60,6	65,1	56,3	61,6	59,2
г. Almaty	11,3	11,0	11,7	12,1	12,4	43,5	39,1	38,8	41,1

According to the statistical data [7], the contribution of the Atyrau region into pollution of the republic is insignificant, and at the initial stage of the considered period it makes 4,3%, at the final stage - around 7,5%, which is associated with the increase of emissions of the considered region.

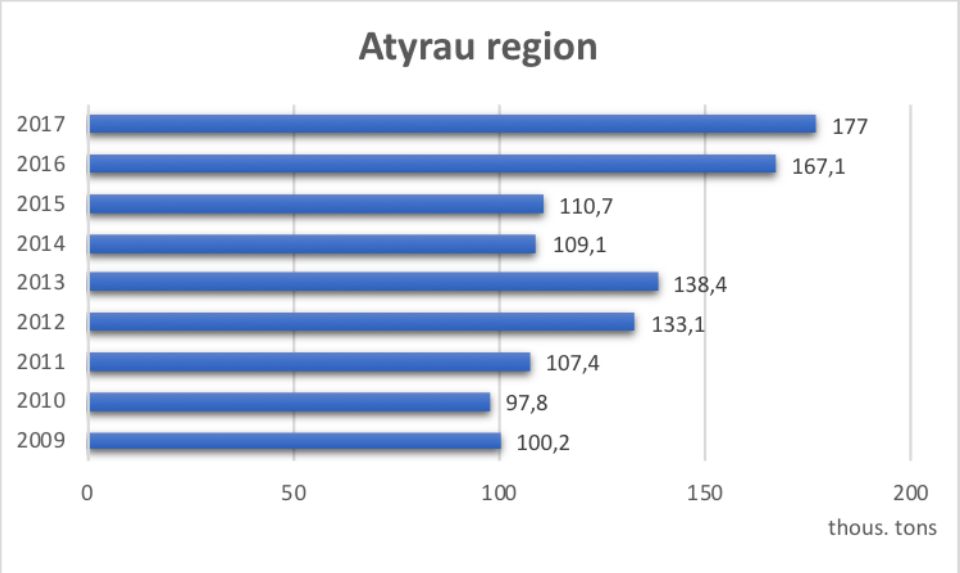


Figure 1. Emissions into atmosphere (thous. tons) from stationary sources within the Atyrau region over the period from 2009 to 2017.

Gaseous and liquid substances make the major share in the total volume of emissions: hydrocarbons, carbon monoxide, sulphurous anhydride, nitrogen oxides. Emissions of the most wide-spread atmospheric pollutants within the Atyrau region is presented in table 2.

Table 2. **Emission of pollutants (in tons) within the Atyrau region during 2017.**

tons

	The amount of pollutants from stationary pollution sources	Emitted without treatment	
		total	including stationary emission sources
Total	176968,595	176968,595	162680,293
including:			
Solid	4182,325	4182,325	1907,32
Gaseous and liquid	172786,27	172786,27	160772,973
from them:			
Sulphurous anhydride	64696,44	64696,44	64636,1
Hydrogen sulphide	201,887	201,887	79,996
Carbonic oxide	51698,626	51698,626	51191,459
Nitrogen oxides (in terms of NO_2)	15424,148	15424,148	15238,337
Ammonia	15,798	15,798	0,042
Hydrocarbons (without volatile organic compounds)	6078,369	6078,369	4753,668
Volatile organic compounds (VOC)	12511,805	12511,805	6173,726
Others	22159,197	22159,197	18699,645

Noting causes of continuously increasing negative effect on the environment, it is necessary to consider annually growing oil production volumes in Kazakhstan as one of the major reasons. In whole the production of hydrocarbons makes the biggest part of the industrial output (fig. 2) for Kazakhstan.

The diagram shows oil production volume for the period from 2009 to 2017. Crude oil production in 2017 increased by 15665,7 thousand tons in comparison with 2009. The increase of crude oil production comes up 59% comparing to the production rates in 2009. Due to the increase of oil production, a noticeable increase was observed in volumes of emissions into atmosphere, predominantly from stationary emission sources.

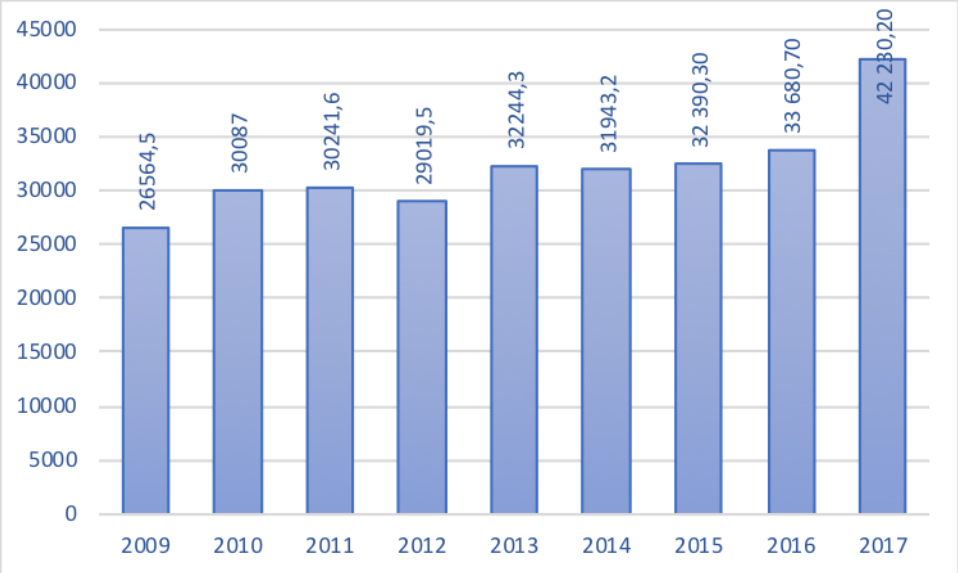


Figure 2. The production of raw hydrocarbons in the Atyrau region over the period from 2009 to 2017 (thous. tons).

Within the overall amount of harmful emissions the major types of pollutants represented by gaseous and liquid substances which come up to 98%, the content of which mostly includes worst toxic components: carbon monoxide - 29%, sulphurous anhydride – 37%, nitrogen oxide - 8% out of the total amount of emissions of gaseous and liquid substances for 2017.

However according to estimates of the Statistical Agency of the Republic of Kazakhstan, the environment is subject to impact the extent of which is differentiated according to impact area such as: atmospheric air, water and land resources.

The landfill of solid domestic wastes (SDW) also pollutes city atmosphere, not corresponding to any ecological, sanitary and epidemiological requirements, as well as there are systematic inflammations of these wastes occurring in the area. Over the period of 4 months Analytical laboratory of environmental protection LLP recorded over 40 facts of exceeding maximum permissible concentrations: for mercury – 11 times, for methanethiol – 9 times, for soot – 156 times more. Air is also polluted by evaporation fields of the left-bank part of the city, so-called “Rotten dam”, where run-offs are discharged without treatment [8].

According to the Agency of the Republic of Kazakhstan on Statistics and the statistical report [9], the total gross emission of pollutants from stationary sources during 2016, according to the form «2-TP air», came up to 167 thousand tons or 227 kg per capita, and for 2017 it came up to 177 thousand tons or 288 kg per capita. Only 0.2% per year is collected and neutralized in treatment facilities.

From April to September the Analytical laboratory of environmental protection [10] recorded over 40 facts of maximum allowable concentration excess for separate polluting substances. Particularly, there was noted the excess of maximum permissible concentrations of mercury up to 11 times, for formaldehyde – 1.2 times, for phenol – 2.68 times, for methanethiol – 9 times, for soot – 156 times, for ammonia – 1.55 times more.

There are 275 radioactive areas revealed within the region, which are generally formed around oil industry factories and military landfills, consisting of radionuclides (uranus, radium, thorium) with tenfold excess of the radiation background norm.

Anthropogenic changes of the environment pose hazard for health of children population in the first place. Health status is an urgent ecopathologic problem due to the increased tendency and the disease severity in childhood over a few last decades. Ecologically determined diseases became the consequence of bad ecological state of soil. As a rule, ecopathology develops under the influence of threshold and sub-threshold concentrations of ecotoxical substances and is characterized by various manifestations in the

weakest morphofunctional system of a human body and among the most vulnerable strata of society (newborns, pregnant women).

According to the research data [11], the morbidity rate with allergic rhinitis within the region exceeds republican indicators. With a view to 100 thousand of residents the morbidity rate with allergic rhinitis for the republic came up to 500 people, and for the Atyrau region it reached 1100. The morbidity rate with cardiac, blood and vessels diseases increased severalfold. There is observed an increase of diseases of respiratory organs by 21% within the current year according to the data from regional administration of health department. The number came up to 11434 people in 2016, and it reached 11905 of people for 100 000 of the population in 2017.

The morbidity of the population, as a cause-effect factor of atmospheric pollution, can be considered with orientation to respiratory tract diseases.

According to the data, the biggest amount of diseased is observed in Atyrau, taking into account density of the population. In whole, the morbidity in this region decreases, which is connected with the increase of social conditions, as well as with growth of new technologies for treatment of various diseases. The maximum amount of diseased among the districts is observed in Zhylyoi and Kurmangazy districts, which can be connected with the development of oil fields within these territories.

Currently there is observed an increase of nonspecific diseases at a long-term exposure to environment pollutants. Elderly people are exposed to the influence of chemical substances for a longer period of time. In this connection the cumulative effect of this influence can cause the development of diseases.

In children the morbidity rate is mostly determined by respiratory tracts diseases. In adults it is determined by cardiovascular diseases and tumors. Children's health serves as the integral indicator, and they are most vulnerable in respect of the influence of unfavourable ecological and social factors. Health status of children is traditionally considered as a quality indicator of the living environment.

Children’s organism is in the process of growth and development; therefore it is more vulnerable in respect of the influence of various environment and feeble intensity factors, where the external influence on a child’s organism condition is not limited by the influence moment, but affects its further development and formation. Children of premature age, due to age-related vulnerability of adaptation mechanisms and other physiological peculiarities, are most vulnerable to external influences.

Health of newborns is one of the most accurate indicators in places of residence of population.

Physical development of newborns, structure of newborns’ pathology and frequency of births with multiple stigma of embryogenesis are closely connected with such medical and demographic characteristics as the effect of ecotoxicants.

The atmosphere in oil production areas is polluted by combustion products of associated gas, sulphur compounds. Sulphur is contained in the form of compounds in oil, natural and oil gas. Sulphur compounds at small concentrations cause eye and throat irritation, respiratory tract diseases; high concentrations cause apnea, bronchitis, pneumonia, etc. Lasting inhalation of sulphur dioxide even in small concentrations causes the development of chronic diseases of respiratory tract, anemia and liver damage. Incomplete combustion of a liquid mineral fuel causes formation of nitrogen oxide, which entails diseases of upper respiratory tracts, and which serves as one of the reasons of woods destruction, located close to the oil field. Oil contains a great number of low-boiling fractions and dissolved gas. Gases, dissolved in oil, mostly disappear in field conditions. Moreover, in the process of gas evaporation (methane, ethane, propane) heavier hydrocarbons are released from oil (butane, pentane, etc). Gases with sulphur compounds are of a great danger for the atmosphere.

Discussion. Taking into account the consideration of this region, it should be understood that the biggest contribution of pollutants emission falls within the Tengiz deposit. Oil and gas industry is potentially hazard in respect of environment pollution. Its impact on major environment components is determined by the toxicity of hydrocarbons and other pollutants in the course of increasing volume of oil and gas production, preparation, transportation, storage, processing and usage.

However, in contemporary socio-economic conditions of Kazakhstan it is impossible to proceed from a simple requirement of growth rates reduction in nature developing sectors, primarily – in the energy sector [12]. Accordingly, to change the existing situation and to pass priorities from the sphere of nature developing sectors to the sphere of processing industries, it is necessary to increase investments in science, education, health care, innovation development, etc. The government can create more favorable conditions for the development of resource-conserving factories in the processing and refining industries and the infrastructure

in comparison with the nature developing activity by means of changing of the investments structure. Herewith, investments should be directed into individual economic sectors, as well as inside them, on the basis of macroeconomic regulation, indicative planning, by means of taxation instruments, benefits, credits, subsidies, customs tariffs, payments ant others.

The establishment of the maximum allowable emission amounts serves as a method of pollutants control from factories. This standard is measured in the course of time and set for each source of the centralized emission on condition that the emission of pollutants from this source and from the aggregate amount of sources within the district (taking into account future development of industrial enterprises and the dispersion of harmful substances in the atmosphere) does not form the ground level concentration exceeding their maximum permissible concentrations for the atmospheric air.

According to the Environmental Code of the Republic of Kazakhstan, it is provided to conduct an obligatory inventory of pollutant emission sources of factories with sources of pollutant emissions into atmospheric air, as well as harmful physical effects on it, irrespective of the departmental subordinacy and the form of property [13].

The inventory of pollutant emissions into atmospheric air is a systemization of data on the distribution of pollutant emission sources and air pollution sources within the territory, as well as on the amount and the content of these emissions. The inventory must be conducted not less than once every 5 years. Inventory results are primarily used to normalize emissions, to conduct manufacturing inspection of emissions and to observe specified standards, as well as to conduct statistical reporting on emissions, to define payments for emissions and to inform state inspection agencies in the sphere of environment protection. The responsibility for organization of control and timely reporting rests upon the factory. Results of the control shall be included into 2TP (air) report forms and shall be taken into account at factory activity evaluation.

It is determined that 90% of hydrocarbons emissions, which are among the most dangerous pollutants in the region, into atmosphere come from reservoirs; 8% - due to the loss in the process of oil gas collection; over 9% of oil and oil products are lost in the process of transportation, storage and supply to oil depot consumers. The control over processes at reception, storage and supply of raw materials supposing the provision of tightness of reservoirs and facilities for raw materials is of a high practical importance.

REFERENCES

[1] Industry of Kazakhstan and its regions. The Statistical Collection. Astana, 2018.

[2] Republic state enterprise «Kazhydromet». Annual bulletin on climate fluctuation monitoring within Kazakhstan. - Astana, 2018.

[3] Kenzhegaliyev A.K., Assanbayev I.K., Auezova O.N., Akassova A.A. Ecological condition of soils within the oil production areas of North-East of Caspian Sea. - No.2, - pp. 170-176.

[4] Diarov M. D. Ecology versus oil and gas complex. – Almaty: Galym, 2003. – Volume 2.

[5] A.Nasrollahzadeh. Caspian Sea and its Ecological Challenges // Caspian Journal of Environmental Sciences – 2010 - Vol. 8 - No.1 - pp. 97-104

[6] Informational and analytical report on control and law enforcement activity of the Ecology Department of Atyrau region of the Environmental Regulation and Control Committee as of 2012.

[7] Official statistics information issued by the Statistical Agency of the Republic of Kazakhstan. Electronic source: http://www.gov.stat.kz

[8] Informational and analytical report on control and law enforcement activity of the Zhayyk-Caspian Ecology Department of Atyrau region of the Environmental Regulation and Control Committee as of 1st half-year period of 2011., - 164c.

[9] Statistics digest АРКС «Environment protection and stable development of Kazakhstan, Astana, 2009», bulletin «On status of the protection of atmospheric air of the Republic of Kazakhstan, Astana, 2010 - 2011. – p. 220.

[10] Official website of the Akimat of Atyrau region http://atyrau.gov.kz.

[11] Statistic digests «Public health within the Atyrau region and the operation of health departments in 2011». – Astana: 2012. – p. 32.

[12] Ussenov S.M. The health status of oilfield workers and of the population within the region of Tengiz oil and gas complex // Medical and social aspects of the public health within the regions of ecological catastrophe of Kazakhstan, - Almaty, 1994. - C. 184-188.

[13] The Code of the Republic of Kazakhstan as of January 9, 2007 No. 212-III «Ecological Code of the Republic of Kazakhstan» (revised and expanded as of April 11, 2014.)

Мусагалиева А.Н., Асипова Ж.М., Жақыпбек А.М.

Атырау облысының атмосфераға шығарылатын ластаушы заттарының тигізетін әсерін талдау

Түйіндеме. Атырау облысы Қазақстанның экологиялық апат зоналары мен облыстары арасында ерекше орын алады. Мұнай мен газ өндірісінің өсуі, өндірілген шикізаттың қарқындылығы атмосфераға, беткі және грунт суларына, сол арқылы топырақ және өсімдік қабатына өз әсерін тигізеді.

Мақалада Атырау облысының атмосферасын ластаушы заттарына талдау жүргізілген. Аймақтағы ластаушы заттардың негізгі көздері, сондай-ақ аймақтың атмосфералық ластануына ең көп үлес қосатын басым заттар анықталды, олардың негізінде бөлінген заттарды бақылайтын, реттеу әдістері ұсынылған.

Атырау облысының тұрғындары мұнай мен оны қайта өңдеу өнімдерімен, сондай-ақ қоршаған ортаға шығарылатын және зиянды әсер ететін басқа улы және канцерогенді химикаттармен тікелей байланысқа түседі. Осыған байланысты мақалада қоршаған ортаға бөлінген улы заттарға талдау, облыс тұрғындарының денсаулығын бағалаумен қатар өткізілді.

Түйін сөздер: атмосфера, Атырау облысы, шығарындылар, ластану.

Мусагалиева А.Н., Асипова Ж.М., Жақыпбек А.М.

Анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Атырауской области

Резюме. Атырауская область занимает особое место среди регионов и зон экологического бедствия Казахстана. Наращивание добычи нефти и газа, высокая агрессивность извлекаемого сырья влияют на процессы интенсивного загрязнения атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, а через них – почвенного и растительного покрова.

В статье произведен анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Атырауской области. Определены основные источники загрязняющих веществ региона, а также доминирующие вещества, вносящие наибольший вклад в загрязнение атмосферы региона, на основании чего предложены методы контроля, регулирующие выделение эмиссий.

Население Атырауской области контактирует с нефтью и продуктами ее переработки, а также с другими токсическими и канцерогенными химическими веществами, которые выделяются в окружающую среду и оказывают вредное воздействие. В связи с этим, анализ выбросов в окружающую среду в статье проведен наряду с оценкой здоровья населения региона.

Ключевые слова: атмосфера, Атырауская область, выбросы, загрязнение.

ОӘЖ 579.26

G. Rysbayeva, R. Abildayeva, R. Balkibekov, A. Bakytzhanova, A. Kolesnikov
(South Kazakhstan state University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: galiya732014@mail.ru)

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PETROLEUM HYDROCARBONS ON THE DISTRIBUTION OF HYDROCARBON OXIDIZING MICROORGANISMS

Abstract. The article deals with the study of the influence of petroleum hydrocarbons on the distribution of hydrocarbons of oxidizing microorganisms. The horizontal distribution of hydrocarbon oxidizing microorganisms is inhomogeneous and is determined by the regulation of the molecular weight of polluting petroleum products.The study of the distribution of nitrogen-fixing microorganisms growing in the Ashby environment shows an increase in the percentage of growth of granules on the upper soil horizons contaminated with all the analyzed brands of oil, fuel oil, diesel fuel and gasoline.

Key words: petroleum hydrocarbons, oil pollution, oil, petroleum products, physical and chemical properties, extraction, heterotrophic microflora.

Г.Рысбаева, Р.Абилдаева, Р.Балхибеков, А.Бакытжанова, А.Колесников
(М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан,
E-mail: galiya732014@mail.ru)

КӨМІРСУТЕКТІ ТОТЫҚТЫРАТЫН МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ ТАРАЛУЫНА МҰНАЙ КӨМІРСУТЕКТЕРІНІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме: Мақалада көмірсутекті тотықтыратын микроорганизмдердің таралуына мұнай көмірсутектерінің әсерін зерттеу қарастырылады. Көмірсутекті қышқылдайтын микроорганизмдердің көлденең таралуы біркелкі емес және ластаушы мұнай өнімдерінің молекулалық массасымен реттелумен анықталады.

Эшби ортасында өсетін азотфиксациялаушы микроорганизмдердің таралуын зерттеу анықтағандай, мұнай, мазут, дизель отыны және бензиннің барлық талданатын маркаларымен ластанған топырақтың жоғарғы горизонттарында түйіршіктердің өсу пайызының артуын көрсетеді.

Түйін сөздер: мұнай көмірсутектері, мұнаймен ластану, мұнай, мұнай өнімдері, физика-химиялық қасиеттер, экстракция, гетеротрофты микрофлора.

Түркістан облысының (ОҚО) мұнаймен ластанған күкіртті топырақты топырақтарда көмірсутекті қышқылдайтын микрофлораның таралу заңдылықтарын зерттеу мақсатында «ПетроҚазақстан Ойл Продактс» («ПКОП») ЖШС-Құмкөл мұнайын өңдеумен айналысатын кәсіпорынның өнеркәсіптік аймағы аумағының бірқатар жергілікті учаскелеріне микробиологиялық зерттеулер жүргізіледі.

А - құрамында 3,4% мұнай бар, Б – құрамында 2,2% мазутпен ластанған, В - құрамында 2,5% дизель отынымен ластанған, г - құрамында 4,7% мұнай өнімдері бар шлам тәріздес қалдықтармен ластанған, Д – АИ-80 тауарлық бензинімен ластанған, Е – АИ-85 бензинімен ластанған, Ж – АИ-92 бензинімен ластанған және АИ - 92 бензинімен ластанған учаскелер талданды. Бензиннің әртүрлі маркаларымен ластанған топырақ сынамалары авариялық төгілуден кейін бірден алынды. Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтан экстрагирленген мұнай өнімдерінің физикалық-химиялық сипаттамасы 1 және 2-кестелерде берілген [1-10].

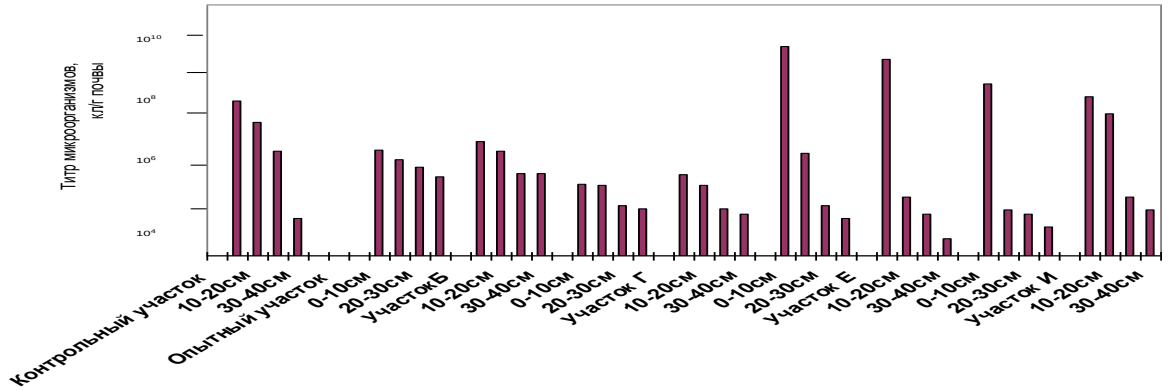
Кесте 1. **«ПетроҚазақстан Ойл Продактс» ЖШС ТСО (А-Г) аумағында әртүрлі учаскелерден экстрагирленген мұнай өнімдерінің физикалық-химиялық қасиеттері [11-15]**

Аудан(ластағыш)	Ластағышқа сипаттама
А(мұнай)	қату температурасы 100С, силикагельді шайырлардың құрамы -19,2%; карбоид және карбоидтар -5,8%; асфальтендер -5,4%; парафин -7,5; күкірт -0,064%, фракциялық құрамы: бензин фракциясы-36,4; дизель фракциясы-66,9; ауа газойл фракциясы -89,23.
Б(мазут)	25-420С арасындағы қатудың нақты температурасы, 200С кезіндегі тығыздығы – 0,890-0,899 г/см3, тұтқырлығы 800С кезіндегі 16-дан артық емес, күкірттің құрамы-0,5% массадан артық емес, механикалық қоспалардың құрамы 1% артық емес, жабық тиглдегі тұтану температурасы-1100С.
В (дизельді жанармай)	тұтану температурасы-620С, қату температурасы-100С, октандық саны кемінде 45, салмағы 0,2% күкірт, тығыздығы 200С -0,860 г/см3.
ауадан(ластағыш)	Ластағышқа сипаттама
Г (Шламтектес қалдықтар)	жоғарғы қабаттағы құрамы, % -бен: мұнай өнімдері-3,1, механикалық қоспалар-21,43, су-75,47; орташа қабатта: мұнай өнімдері -5,55, механикалық қоспалар-25,7, су-68,75; төменгі қабатта: мұнай өнімдері-5,17, механикалық қоспалар -33,33, су -61,5. Мұнай шламының сынамаларынан бөлінген мұнай өнімдерінің мынадай сипаттамалары бар, % салмағы: асфальт-4,87, шайыр-16,0, күл -0,2, күкірттің құрамы-0,64, кокстануы-4,0. Ірілік кластары бойынша мұнай шламының сынамасынан бөлінген мехқоспалардың түйіршіктелу құрамы,%: +0,074 мм -6,6; -0,074+0,044 мм – 18,4; -0,044 мм -75,0. Мұнай шламдарының реологиялық сипаттамаларын зерттеу олар сұйық ағатын жағдайды 80% - дан төмен емес ылғалдылыққа дейін сақтайтынын көрсетті. Төмендеген кезінде ылғалдылық дейін 50-75% мұнай шламы айналады тұтқыр, паста тәріздес. Төмен ылғалдылығы, мұнай шламы айналады

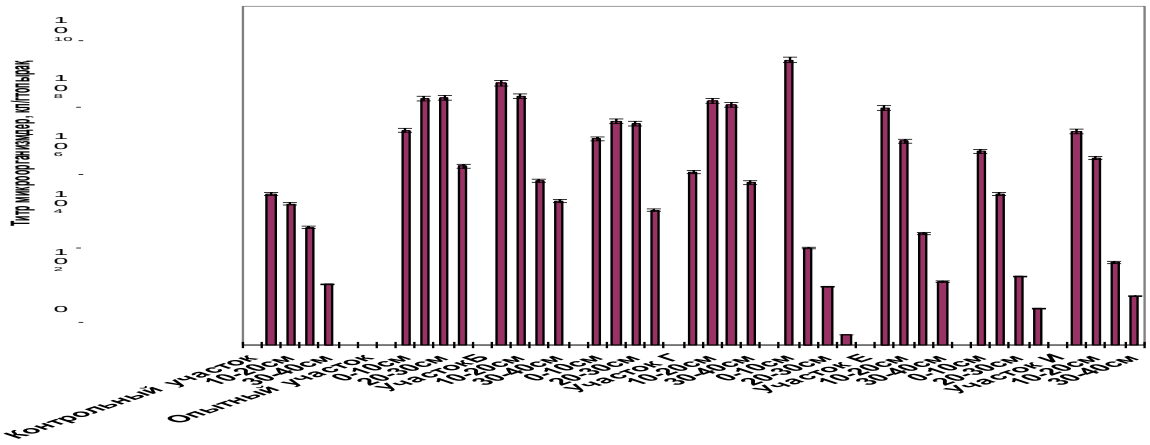
Кесте 2. **ТСО аумағында бензиннің әртүрлі маркаларымен ластанған топырақтан алынған мұнай өнімдерінің сипаттамасы (Д-И учаскелері))**

Көрсеткіштер атауы	Әртүрлі бензин маркаларымен ластайтын аудандар			
	ауд.Д АИ 80	аудЕ АИ 85	аудЖ АИ 92	ауд.И АИ95
15^0С, кг/м^{3}кезіндегі тығыздық, кем дегенде	709	733	757	761
Детонациялық төзімділік: Зерттеу әдісі бойынша анықталатын октандық сан, кемінде	80,0	85	92,0	96,0
Моторлы әдіс бойынша анықталатын октандық сан, кемінде	76,0	79	83,0	85,0
Колбадағы қалдық, %, аспайды Қалдықтар мен шығындар, %, аспайды				
Қаныққан бу шығыны, кПа	78.9	583	63,1	64,2
Қышқылдылық, мг КОН 100 см^3 бензинге, аспайды	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
100 см^3 бензинге фактикалық шайыр концентрациясы, аспайды	0,8	-	1,0	1
Бензиннің индукциялық кезеңі мин, аз емес	аспайды 600	аспайды 600	аспайды 600	аспайды 600
Күкірттің массалық үлесі. % аспайды	0,02	-	0,02	0,02
меркаптан күкіртінің массалық үлесі және докторлық сынама, %,	-	жоқ	-	-
Мыс пластинакасында зерттеу	-	жоқ	жоқ	жоқ
Суда еритін қышқылдар мен сілтілер құрамы	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
Механикалық қоспа құрамы	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
Түсі	т/з	көк	жасыл	қызыл
Бензолдың көлемдік мөлшері, %, аспайды	2,1	0,02	5	5
Ескерту: ж - жоқ, т/з - түзсіз, - анықталмаған				

Көмірсутекті қышқылдайтын микроорганизмдердің көлденең таралуы біркелкі емес және ластаушы мұнай өнімдерінің молекулалық массасымен реттелуі анықталады. Зерттелетін учаскелерді микробиологиялық зерттеу нәтижелерін ұсынатын 2,3-суреттің мәліметтері бойынша, құрамында асфальтендер мен мальтендер бар мұнай, мазут және шлам тәріздес қалдықтармен (қара фракциялармен) ластанған № А, Б, Г учаскелерде УОМ ең көп саны 10-20 см және 20-30 см горизонтта шоғырланған. Әртүрлі деңгейжиектерден алынған топырақ сынамаларындағы мұнай өнімдерінің құрамын талдау олардың ең жоғары концентрациясы 10-20 см және одан төмен қабаттарда анықталалуы байқалады. Оған қарама-қарсы, дизель отынымен (құрамында негізінен мальтендер бар) ластанған учаскелерде және мұнай өнімінің өзі тәріздес, микроорганизмдердің титрі бензиннің әртүрлі маркалары (ашық фракциялар) 0-10 см деңгей жиекте жоғары көрсеткіштерді көрсетеді.

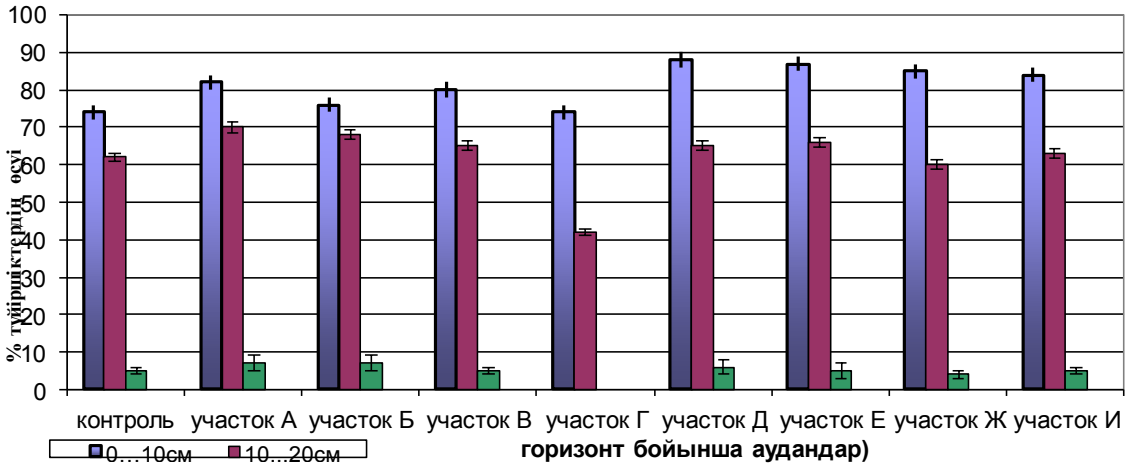


2-сурет. Мұнай өнімдерінің әртүрлі фракцияларымен ластанған гетеротрофты микрофлораның таралуы



3-сурет. Мұнаймен (А), мазутпен (Б), дизельді жанармаймен (В), шламтектес қалдықтармен(Г) әр түрлі бензин маркаларымен ластанған аудандардағы көмірсутекқышқылды микрофлораның таралуы (Д-И)

Эшби ортасында өсетін азотфиксациялаушы микроорганизмдердің таралуын зерттеу анықтағандай, мұнай, мазут, дизель отыны және бензиннің барлық талданатын маркаларымен ластанған топырақтың жоғарғы горизонттарында түйіршіктердің өсу пайызының артуын көрсетті (4-сурет). Топырақтың шлам тәріздес қалдықтармен ластануы азотфиксациялаушы микроорганизмдерге тежегіш әсер етеді, бұл 10-20 см көкжиекте байқалады. Бензиннің әртүрлі маркаларымен ластанған топырақтарда кесектердің өсу пайызы 10-15%-ға деңгей жиектегі бақылау көрсеткіштерінен 0-10 см-ге және деңгей жиекте 1,0-3,0% - ға 10-20 см-ға артық.

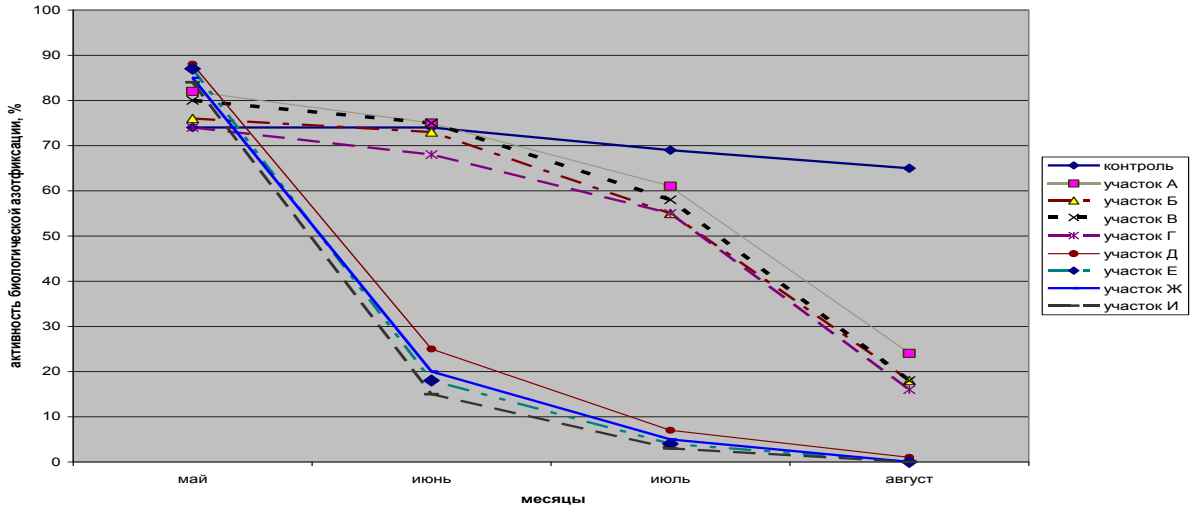


4-сурет. Мұнай және мұнайөнімдерімен ластанған топырақ горизонты бойынша азотфиксирлейтін микроағзалардың таралуы

20-30 см горизонтта топырақтың бақылау үлгілеріндегі көрсеткіштерден азотфиксаторлармен топырақ түйіршіктерінің өсу көрсеткіштері шамалы ерекшеленеді. Азотфиксаторлар санының артуы мұнай мен мұнай өнімдерінің топыраққа түсуі кезінде азоттың өткір тапшылығы кезінде С: N арақатынасы арасында күрт алшақтау байқалумен түсіндіріледі. Топырақтың өзін-өзі тазарту процесінде С:N арасындағы қатынасты тарылту үшін көміртектің бір ғана көзі ретінде мұнай көмірсутектерін пайдаланатын азотфиксациялайтын микроорганизмдердің күшейтілген өсуі есебінен топырақтың биологиялық азотфиксациясының белсенділігі артады. Алайда, бұдан әрі топырақта мұнай өнімдері шоғырлануының төмендеуіне қарай биологиялық азотфиксация белсенділігінің төмендеуі байқалады (5-сурет).

Осылайша, көмірсутекті қышқылдайтын және азотфиксациялайтын микроорганизмдердің таралуы топырақтың мұнай көмірсутектерімен ластануына, құрамында хош иісті және циклопарафин қатарының жоғары молекулалы көмірсутекті қосылыстары бар мұнай өнімдерінің қара фракцияларымен топырақтың ластануына байланысты, микроорганизмдердің барлық талданатын

топтарының санын азайтуға, құрамында тез ыдырайтын көмірсутектері бар мұнай өнімдерінің ашық фракцияларының топыраққа түсуіне, микроорганизмдер санының күрт артуына (2-3%) әсер етеді.



5-сурет. Жоғарғы топырақ горизонтында биологиялық азотфиксация белсенділігін өзгеру динамикасы (0-10см) 4 айда

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Aichberger, H. Potential of preliminary test methods to predict biodegradation performance of petroleum hydrocarbons in soil Text./ H. Aichberger, M. Hasinger, R. Braun, A.P. Loibner // Biodegradation. 2005. - V. 16.-P. 115-125.

[2] Теппер Е.З., Практикум по микробиологии: Учебное пособие для вузов Текст./ Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева,- М.: Дрофа, 2004. — 256с.

[3] Градова, Н.Б. Использование бактерий рода Azotobacter при биоремедиации нефтезагрязненных почв Текст./ Н.Б. Градова, И.Б. Горнова, Р. Эддауди, Р.Н. Салина // Прикладная биохимия и микробиология. — 2003. — Т. 39. -№3.- С. 318-321.

[4] Добровольская, Т.Г. Структура бактериальных сообществ Текст./ Т.Г. Добровольская. М.: ИКЦ Академкнига, 2002. - 282с.

[5] Емцев, В.Т. Микробиология: учебник для вузов Текст./ В. Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2006. — 445 с.

[6] Заварзин, Г.А. Современные бактерии и бактериальные сообщества Текст./ Г.А. Заварзин // Бактериальная палеонтология / Ред. А.Ю. Розанов.-М.: ПИН РАН, 2002.- С. 6-35.

[7] Яковлев, В. Экологические проблемы Нефтеюганского региона Текст./ В. Яковлев, Г. Галеева, Л. Нуртдинова // Вестник инжинирингового центра ЮКОС. 2002. - №4.- С. 61-63.

[8] Изменение 410 к постановлению правительства РФ №344 от 01.08.2005

[9] Кандыба, Е.В. Штамм бактерий Azotobacter chroococcum, обладающий широким спектром фунгицидного действия и биопрепарат на его основе / Е.В. Кандыба, А.Г. Назаров // Патент RU 2289620 С1 опубл. 20.12.2006.- 7с.

[10] Киреева, Н.А. Фитотоксичность антропогенно-загрязненных почв Текст./ Н.А. Киреева, Г.Г. Кузяхметов, А.М. Мифтахова, В.В. Водопьянов.-Уфа: Гилем, 2003.- 266 с.

[11] Кравченко, И.К. Азотфиксирующая активность торфяной почвы верхового болота Текст./ И.К. Кравченко, Е.В. Дорошенко // Микробиология. 2003. - Т. 72. - №1. - С. 111-116.

[12] Кравченко, А.В. Роль триптофана в корневых экзометаболитах для фитостимулирующей активности ризобактерий Текст. / А. В. Кравченко, Т. С. Азарова, Н. М. Макарова, И. А. Тихонович // Микробиология. — 2004. — Т.73, №2. С. 195-198.

[13] Шурхно, Р.А. Микробиологический статус ризосферы многолетних бобовых трав как критерий оценки и прогноза состояния почвы Текст./ Р.А. Шурхно, О.Л. Шайтанов, Р.Г. Гареев, Р.П. Наумова // Сельскохозяйственная Биология, 2004. -№3. С. 61-66.

[14] Никитина, Е.В. Биоремедиация отходов нефтехимического производства с использованием компостирования Текст. / Е.В. Никитина, О.И. Якушева, А.В. Гарусов, Р.П. Наумова // Биотехнология. - 2006. №1. - С.53-61.

[15] Муратова, А.Ю. Нефтеокисляющий потенциал ассоциативных ризобактерий рода Azospirillum Текст./ А.Ю. Муратова, О.В. Турковская, Л.П. Антонюк, О.Е. Макаров, Л.И. Позднякова, В.В. Игнатов // Микробиология.- 2005.- Т. 74.- №2.- С. 248-254.

Рысбаева Г., Абилдаева Р., Балхибеков Р., Бакытжанова А., Колесников А.
Исследование влияния нефтяных углеводородов на распространение углеводородных окисляющих микроорганизмов
Резюме. В статье рассматривается изучение влияния нефтяных углеводородов на распространение углеводородов окисляющих микроорганизмов. Горизонтальное распределение углеводородных окисляющих микроорганизмов неоднородное и определяется регуляцией молекулярной массы загрязняющих нефтепродуктов. Исследование распространения азотфиксирующих микроорганизмов, произрастающих в среде Эшби, показывает увеличение процента роста гранул на верхних горизонтах почвы, загрязненных всеми анализируемыми марками нефти, мазута, дизельного топлива и бензина.
Ключевые слова: нефтяные углеводороды, загрязнение нефтью, нефть, нефтепродукты, физико-химические свойства, экстракция, гетеротрофная микрофлора.

ОӘЖ 573.44

R.Abildayeva, G.Rysbayeva, A.Isayev, S. Nurtleuova, A.Kolesnikov
(South Kazakhstan state University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: rozita.71@mail.ru)

USE OF BIOTECHNOLOGY METHODS IN THE FIGHT AGAINST MICROBIAL DISEASES OF FARM ANIMALS

Abstract. The article presents a literary review of the use of biotechnology methods in the fight against microbial diseases of farm animals. Biotechnology is one of the leading industries at present. On the territory of modern medicine and veterinary medicine, there are numerous substances that have effective therapeutic properties against human and animal diseases.Thus, natural compounds that control the level of the human body's defenses against infection, cancer, and other diseases are studied. In developed countries, the production of antibiotics, insulin, interferons and interleukins, vaccines and monoclonal antibodies is constantly established.Trends in the development of medical and veterinary biotechnology are strengthening in Kazakhstan.
Key words: biotechnological methods, agricultural animals, veterinary medicine, animal diseases, natural compounds, vaccines, microbiological research.

Р. Абилдаева, Г.Рысбаева, А.Исаев, С.Нуртлеуова, А. Колесников
(М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан
E-mail: rozita.71@mail.ru)

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖАНУАРЛАРЫНЫҢ МИКРОБТЫҚ АУРУЛАРЫНА ҚАРСЫ КҮРЕСЕДЕ БИОТЕХНОЛОГИЯ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ

Аннотация. Мақалада ауыл шаруашылығы жануарларының микробтық ауруларына қарсы күреседе биотехнология әдістерін пайдалану бойынша әдеби шолу жасалады. Биотехнология бірнеше ғылымдардың басын құрап, қазіргі таңда көш бастайтын салалардың бірі. Қазіргі заманғы медицина мен ветеринарияның аумағында адам және жануарлардың ауруларына қарсы нәтижелі емдік қасиеті бар көптеген заттар белгілі. Осылайша, инфекцияға, қатерлі ісік және басқа ауруларға қарсы адам ағзасының қорғаныштық күштерінің деңгейін бақылайтын табиғи қосылыстар зерттеледі. Дамыған мемлекеттерде антибиотиктер, инсулин, интерферондар және интерлейкиндер, вакциналар мен моноклональды антиденелерді өндіру тұрақты жолға қойылған. Қазақстанда медициналық және ветеринарлық биотехнологияның даму тенденциясы нығаюда.
Түйін сөздер: биотехнологиялық әдістер, ауылшаруашылығы жануарлары, ветеринария, жануарлар аурулары, табиғи қосылыстар, вакциналар, микробиологиялық зерттеулер.

Биотехнология – тірі ағзалардың технологиялық процестерді пайдаланып, адам өміріне қажетті өнімдер алуды қарастырады. Мысалы E.coli бактериясы өте зиянды болуына қарамастан заманауи технологиялық әдістерді пайдаланумен адам қажетін қамтамасыз ететін өнім алынады. Биотехнология әдістері зиянды заттарды пайдаға асыруда таптырмас мүмкіндіктер береді. Бізді қоршаған ортада көзіміз түсетін заттармен қатар, байқамайтын заттар қаншама. Тіпті олар тірі және тіршілік етулері үшін біздің ағзамызды қажет етеді. Жоғарыда айтылғандай, көзге көрінбейтін микроағзалар қарастырылады. Бактериялар, вирустар және микроскоптық саңырауқұлақтар [1-5].

Бактериялар (гр. bakterion - «таяқша») — тек ғана микроскопта көрінетін аса ұсақ жасушалар және олар көптеген әр алуан аурулар пайда болуына әсер етеді, бірақ көбінесе бейтарап қызметті

атқарады. Бактерия - бір жасушалы ағза, көбісі таяқша пішінді болып келеді. Бактерия негізінен түссіз тек ғана кейбіреулерінде аздап боялыш заттар кездеседі [6].

Вирус (лат. vīrus - «у») – тірі ағзалардың ішіндегі жасушасыз тіршілік иесі. Олар рибонуклеин қышқылынан немесе дезоксирибонуклеин қышқылынан құралған нуклеопротеидтерден, сонымен қатар, ферментті ақуызбен қапталған қабықшадан – кабсидтерден тұрады. Бұл қабықша вирустың құрамындағы нуклеин қышқылдарын сыртқы ортаның қолайсыз жағдайларынан қорғайды. Кейбір вирустардың құрамында нуклеин қышқылдарынан басқа көмірсулар, май тектес заттар, биотин (Н витамині) және мыс молекулалары кездеседі. Вирустар тек ғана тірі жасушада өніп-өсу көбеюге бейімделген. Электрондық микроскоппен 300 мың есе үлкейтіп қарағанда, оның пішіні таяқша, жіп тәрізді немесе іші қуыс цилиндр пішінді болатыны дәлелденген. Вирустар тірі ағзалардың барлығын уландырады [7].

Микробиологияда зерттеу нысаны ретінде қолданылатын мицелилі микроскоптық саңырауқұлақтар негізінен үш қластан тұрады: Lygomycetes, Acsomycetes және Deuteromycetes. Олардың жасушалары ұзынша пішінді, бұтақталған жіпшелер- мицелиден құралады. Вегетативтік мицелилерінің диаметрі 5- тен 30 мкм-ге дейін. Гифтері жай көзге көріне береді, мицелилері көп жасушалы. Кейбір микроскоптық саңырауқұлақтар өте күшті тарамдалған гифтерден, склероцилардан тұрады. Бұл қолайсыз жағдайға тым төзімді, тыныштық жағдайдағы мүшесі. Мицелилі саңырауқұлақтар қозғалмайды. Олар Penicillium және Aspergillus түрлерінен құралады. Мицелилі саңырауқұлақтар вегетативті, жыныссыз және жынысты жолдармен көбейеді. Мысалы, Lygomycetes жыныссыз жолмен спорангиларда түзілетін эндоспоралар арқылы көбею процесін жүзеге асырады. Спорангилар жеміс денелерінің бос ұшында орналасады. Оған Mucor саңырауқұлақтары мысал болады. Осы саңырауқұлақ жынысты жолмен көбейгенде бір мицелидің гифтері арасында көп ядролы жасушалар, гаметангийлер түзіледі. Олар өзара қосылып зигота түзеді. Тыныштық кезеңі біткен соң зиготадан спорангий өсіп шығады. Актиномицеттер жыныстық жолмен көбейгенде олардың қапшықтарында аксоспоралар түзіледі [8-10].

Қазіргі заманғы медицина мен ветеринарияның аумағында адам және жануарлардың ауруларына қарсы нәтижелі емдік қасиеті бар көптеген заттар белгілі [11].

Биохимия, генетика, молекулалық биология, иммунология, микробиология және вирусология тәріздес биологиялық ғылымдардың қарқынды дамуына байланысты адам және жануарлардың бұрын қиын жолмен жазылатын ауруларының емделуі үшін пайдаланылатын жаңа фармацевтік және ветеринарлық препараттарды өндіруді жүйелі түрде өсіру мақсатында медициналық және ветеринарлық биотехнологияның мүмкіндіктері кеңеюде [12].

Осы жөнінде инфекцияға, қатерлі ісік және басқа ауруларға қарсы адам ағзасының қорғаныштық күштерінің деңгейін бақылайтын табиғи қосылыстар зерттелуде. Дамыған мемлекеттерде антибиотиктер, инсулин, интерферондар және интерлейкиндер, вакциналар мен моноклональды антиденелерді өндіру тұрақты жолға қойылған [13]. Қазақстанда медициналық және ветеринарлық биотехнологияның даму тенденциясы нығаюда.

Ветеринария және медицина саласында ғылыми-техникалық прогрестің өзекті бағытының қазіргі заманғы жағдайын зерттеу, медициналық және ветеринарлық биотехнология әдістерінің көмегімен диагностикалық және дәрілік препараттарды жасаудың медико-биологиялық және ветеринарлық биологиялқ тәсілдерінің стратегиясын, антибиотиктер, антиденелер, вакциналар тәріздес қазіргі дәрілік заттардың өндірістік деңгейді өндірілуінің негізін көрсетеді [14].

Биотехнологиялық әдістермен алынатын [15] дәрі-дәрмектердің сапасын және идентификациясын бақылау әдістерінің қолданбалы негіздерін, генетикалық инженерия және инженерлік энзимологияның әдістері арқылы өндірісті жетілдіру негіздері;

- биотехнологиялық дәрілік заттарды дайындау дағдылары мен тәжірибе жүргізгенде жүзеге асыруды, шикізаттың, қоректік орталар, жартылай өнімдер мен соңғы өнімдердің сапасын бағалауды қалыптастыру;

- биотехнологиялық өндірістің сәйкестігін, өндірісте қолданылатын биообъект продуценттер және соңғы өнімдерінің экологиялық қауіпсіздік талаптарына сәйкестігін дұрыс бағалау қабілетін, сонымен бірге, дәрілік препараттар ретінде рекомбинантты ақуыздардың сапасын бағалау кезінде дұрыс бағдарды қалыптастыру.

Гендік инженерия, микроағзалар биотехнологиясы, биохимия, генетика, молекулалық биология, иммунология, микробиология және вирусология пәндерінен алатын білімдерін игеруі үшін қажет және «медициналық және ветеринарлық биотехнология» пәні дәріс танудың әртүрлі сұрақтарды, оның ішінде өсімдік, жануар және минерал тектес табиғи шикізат материалдарды дәрілік

препараттарға өңдеу, дәрілік заттардың синтезін, дәріханалық және өнеркәсіптік жағдайларда дәрілерді дайындау, дайындалған дәрілер мен дәрілік препараттарға жан-жақты талдау жүргізу, сонымен бірге фармацевтикалық өндірістің биотехнологиясын ұйымдастыру сұрақтарын қарастырады [16].

Медициналық және ветеринарлық биотехнология әдістерінің көмегімен диагностикалық және дәрілік препараттарды жасаудың медико-биологиялық және ветеринарлық-биологиялық тәсілдерінің стратегиясын; практикалық денсаулықты сақтау және ветеринарияда пайдаланылатын, олардың ішінде гормондар, интерферондар, интерлейкиндер, антибиотиктер, антиденелер, вакциналар тәріздес қазіргі дәрілік заттардың өндірістік деңгейдегі өндірілуінің негізін алу қажет.

Жоғарыда қозғалған тақырыпқа сәйкес микробтық ауруларға қарсы күресте таңдаулы биотехнология әдістерінің бірі вакцинациялау. Ауруға қарсы күрескеннен гөрі оның алдын алу тиімді болады. Вакцинациялау дегеніміз - жұқпалыда қауыпты микробтық ауруларға қарсы вакциналар көмегімен қарсы күресу [17].

Кесте 1. **Жануарлардың аса қауіпті ауруларына қарсы ауыл шаруашылығы жануарларын вакцинациялау бойынша жоспардың орындалуы**

№	Аурудың атауы	Вакцинация											
1	**Құтыру**	Жылдық	Айлық	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%
1.1	Ірі қара	70050	43600	3430	5550	5808	6560	6990	6950	575	4460	**40323**	**92**
1.2	Ұсақ мал	68200	45200	1800	6970	5395	6000	5885	5000	250	2200	**33500**	**74**
1.3	Жылқы	3290	2210	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
1.4	Түйе	6750	4770	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
1.5	Ит	17010	11410	3580	960	1109	1100	1978	2017	303	1360	**12407**	**108**
1.6	Мысық	4460	3150	640	210	652	200	152	675	40	50	**2619**	**83**
1.7	Жабайы етқорек тілер												
2	**Сібір жарасы**												
2.1	Ірі қара	154010	96010	2900	11270	10530	10300	17050	28197	569	17260	**98076**	**102**
2.2	Ұсақ мал	691610	404210	3320	58640	51551	31400	78100	98386	1420	47100	**369917**	**91**
2.3	Жылқы	37010	26780	700	3976	2053	4005	4350	5745	236	2660	**23725**	**88,5**
2.4	Шошқа	500	400	250	0	0	0	0	0	0	250	**500**	**125**
2.5	Түйе	24110	15960	690	3504	1493	4450	603	2105	118	2300	**15263**	**95,6**
3	**Оба**												
3.1	Түйе	19000	12850	500	2866	611	3218	555	1846	119	1850	**11565**	**90**
4	**Туберкулин**												
4.1	Ірі қара	147,5	86000	4150	8537	9073	8750	16850	26646	550	12150	**86706**	**100**
4.2	Түйе	26680	16780	480	4298	881	4500	616	2624	122	3150	**16671**	**99**
5	**Құс тұмауы**												
5.1	Құс	28500	19000	4609	1408	2439	2360	2850	1748	20	2100	**17534**	**92**
6	**Пастереллез**												
6.1	Шошқа												
7	**Эхинококкоз**												
7.1.	Ит	8500	5405	925	528	522	380	772	600	0	200	**3927**	**73**
8	**Қарасан (Эмкар)**												
8.1	Ірі қара	102000	64920	1544	6362	6854	7800	8550	15945	426	6150	**53631**	**82**

9	**Маңқа (Сап)**												
9.1	Жылқы	17300	11460	160	500	500	1000	585	585	50	500	**3880**	**34**
Барлығы:				**29678**	**115 579**	**99471**	**92023**	**145886**	**199 069**	4798	**103 740**		

Қазіргі кезде иммунитеті белсендіретін препарат- вакцина негізгі 4 топқа бөлінеді [18]:

1. тірі вакциналар - әлсіздендірілген немесе тұқым қуалау өзгергіштігіне ұшыраған ауру қоздырғыштар;

2. өлі вакциналар - әртүрлі жолдармен жансыздандырылған ауру қоздырғыштардан алған препараттар;

3. анатоксиндар (токсиндар) - формалинмен өнделген және жоғары температураның әсеріне түскен микоорганизмдер.

4. химиялық вакциналар - микроб жасушаларынан әртүрлі жолдармен алынған компоненттер.

Адамның, жануардың активті иммунитетін қалыптастыратын препараттарды вакцина деп атайды. Вакцинаны патогенді микроағзалардан алады.

Вакцинаны қолданғанда сәйкес қоздырушының жұқтыруын қабылдамайды, керісінше микроорганизмдердің қорғаныс күшін тұрақтандырады. Сондықтан, вакцинаны профилактикалық және емдеу мақсатында қолданады [19].

Алғашқы вакцинаны 1796 жылы жергілікті дәрігер Э.Дженер алған. Ол шешек ауруына қарсы бұзау (vacca- сиыр) шешегінің капсуласынан тұратын егуді ұсынады. Аз уақыт ішінде вакцина көп елдерге таралады (соңғы кезде тауық эмбриондарында дайындалады) және бүкіл жер шарындағы шешек ауруын жоюда негіз болады. 1958 жылы Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы әлемдегі шешекті бүкіл халыққа вакцинация жасау арқылы жою туралы шешім қабылданады. Бұл имандылық акциясына жылына вакцинаның 150 млн. мөлшерін өндеуге міндеттелген 20 астам дамыған ел қатысады. Кеңес одағын бүкіл Индияны, Афганистанды вакцинамен қамтамасыз етеді. Жұмыс 1967 жылдың қаңтарында басталады. 1980 жылы Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы бүкіл дүниежүзінде шешек ауруының жойылғандығы туралы хабар береді [19].

Вакцинаның әрі қарай дамуы Л. Пастердің жұмыстарымен байланысты. Пастер сыртқы орта жағдайының өзгеруі салдарынан микроағзалар вирулентілігінің әлсіреуіне әсерін дәлелдеумен, белсенді иммунизацияны ашады. Ол құтыруға қарсы тірі вакцинаны ойлап тауға мүмкіндік береді. Пастер 1885 жылы 6 шілдеде құтырған ит тістеген 9 жасар Ж.Мейстерге алғаш құтыруға қарсы вакцинаны жасайды [20].

Микробтардың вируленттілігін әлсіздендіру негізінде А.Сэбин полимиелитке қарсы «тірі вакцинаны» алады. Осы вакцинаны кеңес өкіметінің ғалымдары М.П.Чумаков және А.Смородинцев өндірісте өндеп, медициналық практикаға енгізеді. Кеңес еліндегі полимиелитке сезгіштігі жоғары халыққа жаппай вакцинация жасау нәтижесінде 1959-1960 жылдары аурудың тізімі 33 есеге кемиді, ал 1967 жылы толық жойылады [21].

А.А.Смородинцев бастаған вирусологтар ұжымы қызылшаға қарсы (Ленининград-16) «тірі вакцинаны» жасап шығарады. Осы вакцинаны еккен балалар 8 жылдам астам уақытқа қызылшаға қарсы тұрақты иммунитетке ие болады [22].

Вакцинаның құрамында тірі (әлсіздендірілген) немесе өлі (жансыздандырылған) ауру қоздырғыштар- бактериялар мен вирустар, бактерияның экстрактары мен олардың зарарсыздандырылған улары (анатоксиндар) бар. Ағзаға вакцина жібергенде қорғаныс заттары-антидене мен антитоксиндар түзіледі, соның нәтижесінде ағза белгілі бір уақытта вакцинадағы микроағзалар түзетін жұқпалы ауруларды қабылдамайды. Әр вакцинаның өлшенген мөлшері мен оны ағзаға жіберу әдісі белгіленген. Кейбір жұқпалы ауруларға қарсы вакцинаны екі немесе үш рет жасайды, мысалы, полиомиелит пен көкжөтелге, дифтерия мен сіріспеге қарсы арасына 1,5 ай өткізіп, 3 рет егеді. Уақыт өткенде егудің көмегімен ағзаға ендірілген иммунитет әлсіреуі мүмкін, сондықтан белгілі бір мерзімнен кейін егуді қайталайды [23-25].

Вакциналардың ішіндегі ең ерте пайда болған түрлері тірі вакциналар. Бақылауды салыстырумен иммуногенді қасиет тек ғана тірі емес, сонымен қатар, өлген микроағзаларда және олардың заттарында жасуша құрамында және әртүрлі жолдармен экстрагирленген, ерекшеленген антигендер байқалады [26].

Өлі вакциналар жылу алады немесе микроағзаларға басқа физикалық және химиялық әсер ету әдістерін қолданады. Сондықтан, қыздырылған, фенолды, фломалинді, спиртті, ацетонды вакциналар болып бөлінеді [27].

Вакцинаны дайындау өндірісі бірнеше технологиялық сатыларға бөлінеді. Біріншісі микроағзалар биомассасының жиналуы. Бұл өндіріс сатысы биосинтезбен тығыз байланысты. Сонымен бірге, микроағзалардың инактивтелуі (пайдаланылған әдістерге байланысты ерекшеленеді), концентрлеу, тазалау (зарарсыздау) және лиофилизациялау тәріздес өндіріс сатылары бар [28].

Өндіріс бірнеше сатыдан тұрады: биомассаның жиналуы және метобализм өнімі; өнімді бөліп алу; микроағзаны иноктивациялау; концентрлеу; тазалау; лиофилизациялау (кептіру); буып түю; бақылау (зарарсыздығын, тазалығын, имуногенділігін);

Қазіргі кезде препараттарды белсенді имунитет болу үшін негізгі үш топқа бөлуге болады [29].

1.Тірі-әлсіз немесе ауру қоздырғыштың тұқым қуалауынан өзгеруі.

2.Өлі-өлгеннен кейін әр түрлі әдіспен алынған ауру қоздырғыш (фенолды, формолинді, спирті, ацетонды)

3.Анотаксинді-токсин метобализм өнімі микроағза продуцентін формалин және жоғарғы температурамен өңдеу

4.Химиялық-микроб жасушасын әр түрлі құраушылармен химиялық жолмен бөліп алу.

Вакциналық препараттарды бөлшектеп орау оларды енгізілу тәсіліне байланысты (сұйық-пероральды, түйіршікті немесе бөлікті препараттар, ампуладағы – тері асты немесе бұлшықетке енгізуге арналған). Дайын вакцинаның зарарсыздығын, микробты массаның қоюлығын, иммуногендігін және басқа қасиеттеріне бақылау жасалады [30].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Архипова, Л.Т. Особенности течения острых травматических увеитов и выявленность вторичной иммунной недостаточности на долабораторном уровне./ Архипова Л.Т., Долгова И .Г.// Вестник офтальмологии. Москва. - 2000. - №3. - С. 19-21.

[2] Сомов, Е.Е. Клиническая офтальмология./ Сомов Е.Е. — М.: «МЕДпресс-информ». 2005. - 392с.

[3] Архипова, Л.Т. Медикаментозное лечение посттравматических увеитов./ Архипова Л.Т., Гундорова Р.А.// Информ. письмо. М.: МНИИ ГБ им. Гельмгольца. — Москва. 1992. - 15 с.

[4] Архипова, Л.Т. Клинико-иммунолгические параллели при посттравматических увеитах./ Архипова Л.Т., Кузнецова И.А., Хорошилова-Маслова И.П., Илуридзе С.Л.// Вестник офтальмологии. -Москва. 1999. - №4. - С. 17-19.

[5] Боброва, Н.Ф. Травмы глаза у детей./ Боброва Н.Ф. М. -«Медицина», 2003. - 192с.

[6] Тарасова, Л.Н. Глазной ишемический синдром./ Тарасова Л.Н., Киселева Т.Н., Фокин А.А. М.: Медицина. - 2003. - 176 с.

[7] Сомов, Е.Е. Глазные болезни и травмы./ Сомов Е.Е. СПб.С-П.: Медицинское издательство. - 2001. - С. 185-193.

[8] Вингфилд, В.Е. Секреты неотложной ветеринарной помощи. Кошки и собаки./ Вингфилд В.Е. Пер. с англ. Спб. - «Издательство БИНОМ» -«Невский Диалект». - 2000. - С. 185-213.

[9] Волик, Е.И. Особенности клинического течения раневого процесса в глазу./ Волик Е.И., Архипова Л.Т.// Вестник офтальмологии. 2001. - №6. -С.55-58.

[10] Копаева, В.Г. Глазные болезни./ Копаева В.Г. -М. Медицина. - 2002. - С. 340-349.

[11] Гундорова, Р. А. Повреждения глаз в чрезвычайных ситуациях./ Гундорова Р. А., Кашпиков В. В. Новосибирск: «СО РАМН». - 2002. -204с.

[12] Егоров, Е. А. Офтальмофармакология: Рук-во для врачей./ Егоров Е. А., Астахов Ю. С., Ставицкая Т. В. М.: «ГЭОТАР - МЕД». - 2004. - 464с.

[13] Егоров, Е.А. Офтальмологические проявления общих заболеваний./ Егоров Е.А., Ставицкая Т.В., Тутаев Е.С. М.: «ГЭОТАР-Медиа». - 2006. - 590с.

[14] Егоров, Е.А. Рациональная фармакотерапия в офтальмологии./ Егоров Е.А., Алексеев В.Н., Астахов Ю.С., Бржеский В.В., Бровкина А.Ф. и др.// Руководство для практикующих врачей. — М. 2006. — 953с.

[15] Ермакова, Н.А. Общие представления о патогенезе увеитов./ Ермакова Н.А.// Клиническая офтальмология. 2003. - Том 4. - № 4. -С. 141-143.

[16] Ермакова, Н.А. Классификация и клиническая оценка увеитов./ Ермакова Н.А.// Клиническая офтальмология. 2003. - Том 4. - № 4. -С.146-149.

[17] Захаров, В. Д. Витреоретинальная хирургия./ Захаров В.Д, М.: «ГЭОТАР МЕД». - 2003. - 180с.

[18] Лебедев, А. В. Ветеринарная офтальмология./ Лебедев А.В., Черванев В. А., Трояновская Л. П. М.: «КолосС». - 2004. - С. 117-124.

[19] Катаргина, Л.А. Увеиты: патогенетическая иммуносупрессивная терапия./ Катаргина Л.А., Архипова Л.Т. — Тверь: «Триада». — 2004. 100с.

[20] Катаргина, ЈТ. А. Эндогенные увеиты у детей и подростков./ Катаргина Л.А., Хватова А.В. М.: «Медицина» - 2000. - С.234-241.

[21] Кацнельсон, Л.А. Увеиты (клиника, лечение)./ Кацнельсон Л.А., Танковский В.Э. Москва. - 4 Филиал Воениздата. - 2003. - С.156-168.

[22] Кирк, Р. Современный курс ветеринарной медицины Кирка./ Кирк Р., Бонагура Д. М.: «Аквариум». - 2005. - 1376с.

[23] Копенкин, Е.П. Болезни глаз собак и кошек./ Копенкин Е.П. М: «Зоо-мед-вет». - 2002. - С.41-44.

[24] Копенкин, Е.П. Болезни собак. Справочник./ Копенкин Е.П., Василевич Ф.И., Голубева В.А., Данилов Е.П. М. - Колос. - 2001. - С.89-92.

[25] Копенкин, Е.П. Болезни глаз мелких домашних животных: Учебное пособие./ Копенкин Е.П., Сотникова Л. Ф. М. - Товарищество научных изданий КМК; Авторская академия. - 2008. - 186с.

[26] Майчук, Ю.Ф. Современные аспекты фармакотерапии глазных аллергозов./ Майчук Ю.Ф.// Вестник офтальмологии. - 2000. - №5. - С.10-14.

[27] Мулдашев, Э.Р. Осложненная глаукома./ Мулдашев Э.Р., Корнилаева Г. Г., Галимова В. У.- Спб.: Издательский дом «Нева». 2005. - 192с.

[28] Ниманд, Х.Г. Болезни собак./ Ниманд Х.Г., Сутер П.Б. М.: «Аквариум». - 2001. - 806с.

[29] Риис, Р.К. Офтальмология мелких домашних животных./ Риис Р.К. -М.: «Аквариум-Принт». 2006. - 280с.

[30] Слепова, О.С. Обоснование и подходы к применению иммнокоррегирующих средств при контузионных травмах глаза./ Слепова О.С., Садрисламова Л.Ф., Гундорова Р.А., Алексеева И.Б., Илуридзе С.ЯЛ Вестник офтальмологии. - 2000. - №2. - С.27-31.

Абилдаева Р., Рысбаева Г., Исаев А., Нуртлеуова С., Колесников А.

Применение биотехнологических методов в борьбе с микробиологическими заболеваниями сельскохозяйственных животных

Резюме. В статье представлен литературный обзор по использованию методов биотехнологии в борьбе с микробными болезнями сельскохозяйственных животных. Биотехнология является одной из ведущих отраслей в настоящее время. На территории современной медицины и ветеринарии известны многочисленные вещества, обладающие эффективными лечебными свойствами против болезней человека и животных. Таким образом, исследуются природные соединения, контролирующие уровень защитных сил организма человека против инфекции, рака и других заболеваний. В развитых странах постоянно налажено производство антибиотиков, инсулина, интерферонов и интерлейкинов, вакцин и моноклональных антител. В Казахстане укрепляются тенденции развития медицинской и ветеринарной биотехнологии.

Ключевые слова: биотехнологические методы, сельскохозяйственные животные, ветеринария, болезни животных, природные соединения, вакцины, микробиологические исследования.

ОӘЖ 573.44

R.Abildayeva, Zh. Aitkul, G.Rysbayeva, S. Nurtleuova, A.Kolesnikov
(South Kazakhstan state University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: rozita.71@mail.ru)

ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN BARK BEETLES POPULATIONS FROM AKSU-JABAGALY

Abstract. An entomopathogenic fungus is a fungus that can act as a parasite of insect and kills or seriously disables them.These fungi usually attach to the external body surface of insect in the form of microscopic spores(usually asexual, mitosporic spores also called conidia). The entomopathogenic fungi include taxa from several of the main fungal groups and do not form a monophyletic group.Many common and important entomopathogenic fungi are in the order Hypocreales of the Ascomycota , and these fungi are highly virulent.And these fungi main objects in our research works.

In populations of bark beetles in the Aksu-Jabagaly traditional and molecular-genetic methods have revealed four species of entomopathogenic anamorphous fungus – Beauveria pseudobassiana, B. bassiana, Isaria farinosa and Paecilomyces sp. at essential domination of the first of them.

Key words: anamorphotic Ascomycetes, xilofagia, Beauveria, entomopathogen, Hypocreales.

Р. Абилдаева, Ж. Айткул, Г.Рысбаева, С.Нуртлеуова, А. Колесников
(М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан
E-mail: rozita.71@mail.ru)

ЭНТОМОПАТОГЕНДІ САҢЫРАУҚҰЛАҰТАРДЫҢ АҚСУ- ЖАБАҒАЛЫ ҚОРЫҒЫНДАҒЫ ЗИЯНКЕСТЕРГЕ ӘСЕРІН БАҚЫЛАУ

Аннотация. Қазіргі биотехнология адамның іс-жүзінде әрекетінің барлық жақтарына үлкен әсер етуде. Көптеген биологиялық активтік заттар биосинтездеумен қатар жұқа органикалық синтездеу әдісімен алынады, сондықтан өнімді алудың нақтылы жолын таңдау экономика жағынан тиімді және өнімділігі жоғары өндірісті салыстырып отыру қажет.

Сол себепті мақала саңырауқұлақтарды негіз ретінде қарастырып отырмыз. Саңырауқұлақтарда түрлерді таратуға арналған споралар әдетте экзогенді тыныштық жағдайында болады және мұндай споралар насихаттаушы деп аталады.

Түйін сөздер: анаморфты аскомицеттер, ксилофагтар, *Beauveria,* энтомопатогенді, Hypocreales.

Кіріспе. Зиянкестердің ең қауіпті топтарының, қылқан жапырақты ормандардың кхилофагтарының қабықша қоңыздарының (Curculionidae, Scolytinae) санын азайтудың ең перспективалық әдістерінің бірі - аноморфтық ұрпақтың энтомопатогенді аскомицеттеріне (Ascomycota, Hypocreales) негізделген биологиялық препараттарды қолдану болып табылады [1-5].

Бұл топтың өкілдері жұқпалы саңырауқұлақтардың өкілдері Еуразияның барлық орман экожүйелерінде іс жүзінде әртүрлі орманды қоңыздардың популяцияларында кең таралған [6-10] және осы зиянкестердің санын шектеу үшін миколорццидтерді дамыту бойынша зерттеулер көптеген елдерде жүргізіледі [Battay, 2007; Kreutz et al., 2004] [11-15] Қазақстанда осы бағыттағы зерттеулер іс жүзінде жүргізілмеген.

Зерттеу әдістері. Осыған байланысты біз қабықша қоңыздарының энтомопатогенді микобиотиктерін зерттеу бойынша зерттеулерді Түркістан облысы Тулкібас ауданында жүргіздік.Зерттеу барысы Талас Алатауындағы Ақсу- Жабағалы қорығында (биіктігі 42019 с.ш 70037 в.д) 2018 жылдың қазан- қараша айларында өтті.

Қорықтағы шырша ағынын сақтау орындарында ксилофагтың мақсатты топтарының маңызды бөліктері (20 белгіге дейін / дм 2) табылған, онда Гаузердің (Ips hauseri) қабығының қоңызы айтарлықтай басым болды.

Микоздың айқын белгілері бар имаго зиянкестері кортекстің астындағы барлық талшықтарында аз мөлшерде табылған.

Кесте 1. **Генбанктегі анаморфты аскомицеттердің штаммдарын сипаттайтын молекулалық гаплотиптерді зерттеу жұмысында алынған нәтижемен салыстыру**

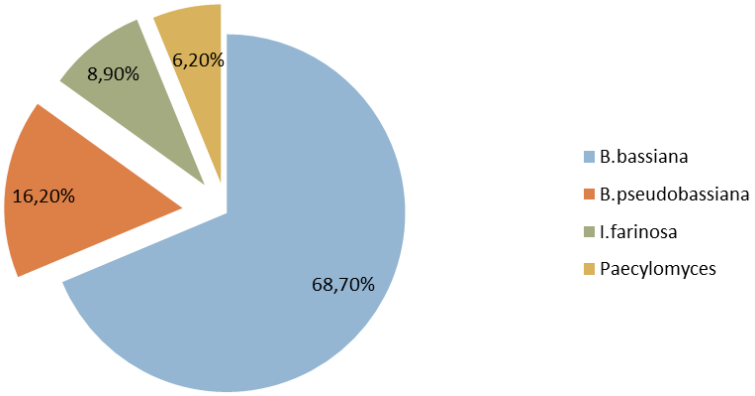
Саңырауқұлақ түрі	Гаплотип	Генбанк түріндегі штамм	Генбанк түріндегі номер	Жұмыс үлгісінің анықтамалық штаммы, саны	Генбанктегі штаммен ұқсастық деңгейі, %
B.bassiana	A (7518)	ARSEF7518	HQ880975	BbSs1-15 (3)	100%
sensu strict	B (10/72)	EABb10/72	KJ473860	$BbSs_2$-15 (2)	100%
B. pseudobassiana	A (1564)	ARSEF2997	HQ881000	$BbSs_1$-15 (15)	100%
I.farinosa	B (6229)	ARSEF6229	HQ881001	$BbSs_{16}$-15 (8)	100%
Paecilomyces sp.	A (1852)	ARSEF4029	HQ881019	ISc_1-15 (3)	100%
	B (1849)	ARSEF1849	KC242682	Inc_1-15 (2)	100%

Соның нәтижесінде қырықтан астам белгі жиналды, оның ішінде анаморфты аскомицеттердің отыз бес изоляты таза культура болды(Сабуроның өзгертілген ортасында) Морфологиялық сипаттамалар бойынша оқшауланған дақылдар түрлерінің құрамын талдау олардың кемінде отыз үші энтомопатогендік түрлерге жататындығын көрсетті.Алынғын үлгіліердің басым бөлігі Beauveria bassiana senso lato туысына қатысты, қалған культуралар Isoria (Paelomyces) туысының өкілі.

Соңғы уақытта молекулалық генетикалық әдістерді және зерттелген саңфрауқұлақ түрлерін жүйелеуін белсенді қолдануға байланысты көптеген маңызды өзгерістер болды.Атап айтсақ

оқшауланған культуралардың таксономикалық жағдайын түсіндіру үшін ПТР- ядролық талдау ДНҚ – tef (Трансляциның элонгация факторлары) Нәтижесінде алғашқы түрдің екі таксондарының айырмашылығы B.bassiana және B.pseudobassiana екіншісінде айтарлықтай басым көрсеткішке ие болған.Тағыда басқа 3 культура I.farinosa туысының өкілі ал қалған екі үлгідегі түрлер Paecilmyces туысының өкілі емес екені аықталды.

Зерттеу нәтижелері. Осылайша бөлініп алынған культуралардың басым бөлігі B.pseudobassiana (69.7%) туысы, ал қалған үлгілер кездесу ортасына қарай B.bassiana (15.2%)көрсеткіш көрсетті (1-сурет).



1-сурет. Қабыршақты қоңыздардың оқшауланған үлгілеріндегі энтомопатогенді анаморфты аскомицеттердің түрлік құрылымы

Анықталған таксондардың мекен етуіне байланысты биіктік талдауына сәйкес B.bassiana тек 2000 метрден (1300 және 1900м) төмен орналасқан нүктелерде кездесетіндігі анықталды.Зерттеуде анықталған түрлердің 45.5% осы түрдің өкілі.2000 метрден жоғары нүктеде орналасқан жерде (60%) – дан көп Beauveria туысының B.pseudobassiana түрі анықталды.Зерттеу барысында алынған екі түр үшін жұмыс барысында алынған культуралардың саны аз болғандықтан ұқсас үлгілер табылған жоқ.

Қорытынды.Тұраралық құрылымында алынған таксондар Beauveria туымсының екі түріде екі гаплотип көрсеткіш көрсетті, басқа да қалған түрлер бір көрсеткіштен(кесте)Тұтас алғанда ұсынылған деректер зерттеу аймағы Ақсу-Жабағалы қорығында қабыршақты қоңыздардың кеңінен таралғанын көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Тарасова, Л.Н. Глазной ишемический синдром./ Тарасова Л.Н., Киселева Т.Н., Фокин А.А. М.: Медицина. - 2003. - 176 с.

[2] Kreutz J., Vaupel O., Zimmermann G. Efficacy of Beauveria bassiana(Bals.) Vuill. against the spruce bark beetle, Ips typographusL., in the laboratory under various conditions // Journal of Applied Entomology, 2004. V. 128, N 6. P. 384–389.

[3] Takov D., Pilarska D., Wegensteiner R. Entomopathogens in Ips typographus

(Coleoptera: Scolytidae) from several spruce stands in Bulgaria // Acta zoologica bulgarica, 2006. V. 58, N 3. P. 409–420.

[4] Архипова, Л.Т. Клинико-иммунолгические параллели при посттравматических увеитах./ Архипова Л.Т., Кузнецова И.А., Хорошилова-Маслова И.П., Илуридзе С.Л.// Вестник офтальмологии. -Москва. 1999. - №4. - С. 17-19.

[5] Боброва, Н.Ф. Травмы глаза у детей./ Боброва Н.Ф. М. -«Медицина», 2003. - 192с.

[6] Гундорова, Р. А. Повреждения глаз в чрезвычайных ситуациях./ Гундорова Р. А., Кашников В. В. Новосибирск: «СО РАМН». - 2002. -204с.

[7] Сомов, Е.Е. Глазные болезни и травмы./ Сомов Е.Е. СПб.С-П.: Медицинское издательство. - 2001. - С. 185-193.

[8] Вингфилд, В.Е. Секреты неотложной ветеринарной помощи. Кошки и собаки./ Вингфилд В.Е. Пер. с англ. Спб. - «Издательство БИНОМ» -«Невский Диалект». - 2000. - С. 185-213.

[9] Волик, Е.И. Особенности клинического течения раневого процесса в глазу./ Волик Е.И., Архипова Л.Т.// Вестник офтальмологии. 2001. - №6. - С.55-58.

[10] Копаева, В.Г. Глазные болезни./ Копаева В.Г. -М. Медицина. - 2002. - С. 340-349.

[11] Battay A. Biocontrol of almond bark beetle (Scolytus amygdali GeurinMeneville, Coleoptera: Scolytidae) using Beauveria bassiana(Bals.) Vuill. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) // Journal of Applied Microbiology, 2007. V.103, N 5. P. 140–141.

[12] Егоров, Е. А. Офтальмофармакология: Рук-во для врачей./ Егоров Е. А., Астахов Ю. С., Ставицкая Т. В. М.: «ГЭОТАР - МЕД». - 2004. - 464с.

[13] Егоров, Е.А. Офтальмологические проявления общих заболеваний./ Егоров Е.А., Ставицкая Т.В., Тутаев Е.С. М.: «ГЭОТАР-Медиа». - 2006. - 590с.

[14] Егоров, Е.А. Рациональная фармакотерапия в офтальмологии./ Егоров Е.А., Алексеев В.Н., Астахов Ю.С., Бржеский В.В., Бровкина А.Ф. и др.// Руководство для практикующих врачей. — М. 2006. - 953с.

[15] Ермакова, Н.А. Общие представления о патогенезе увеитов./ Ермакова Н.А.// Клиническая офтальмология. 2003. - Том 4. - № 4. - С. 141-143.

Абилдаева Р., Айткул Ж., Рысбаева Г., Нуртлеуова С., Колесников А.

Энтомопатогенные грибы в популяциях жуков-короедов в заповеднике Аксу-джабагалы

Аннотация. Среди природных ресурсов регуляции численности вредных видов насекомых, повреждающих сельскохозяйственные и лесные культуры, особого внимания заслуживают энтомопатогеные грибы. Они обитают в почве, на растениях, в телах насекомых.Периодически эти биологические агенты вызывают вспышки массовых заболеваний насекомых, что приводит к резкому подавлению их численности, сохраняя урожай. Таким образом энтомопатогенные грибы являются биологическим ресурсом, вовлекаемым в хозяйственную деятельность, поддерживающим биосферный баланс и имеющим оздоровительное значение.Современная трактовка понятия «биологические ресурсы» ставит задачи расширения биоресурсной базы и развития биотехнологий, оптимизирующих управление ресурсами природных и искусственно созданных биосистем.

Ключевые слова: анаморфные аскомициты, ксилофагы, Beauveria, энтомопатогенные, Hypocreales.

УДК 502/504(035:3):543.068:681.3

A. Aydossov, R.Y. Bayamirova, A.R. Togasheva, A.T. Zholbassarova.
G.Y. Kunayeva, Zh.A. Islamberdiev. B.A. Shilanbaev
(Caspian state university of technologiesand engineering named after S. Yessenov, Aktau city, The Republic of Kazakhstan)

CONSTRUCTION OF THE ENVIRONMENTAL SAFETY MODEL OIL AND GAS AND OTHER INDUSTRIAL REGIONS BASED ON THE PRINCIPLES OF THE ECONOMIC MECHANISM

Abstract. In the work, based on the principles of the economic mechanism, a model of environmental safety of industrial regions is built. As you know, in the context of economic reform, the solution of socio-economic problems without serious consideration of environmental factors is impossible. In industrial regions, an environment with high environmental parameters requires advanced production technologies, the rational use of natural resources, and the environmental friendliness of the entire economy. Unfortunately, the sharp deterioration of the environment, the depletion of natural resources, pollution of atmospheric air, water, soil and forests, which began with large cities and industrial centers, has now become global. In this regard, methodological issues of environmental management have been developed and on this basis, scientific and practical recommendations and their improvement have been proposed.

Keywords: economic mechanism, nature management, natural resources, model of environmental safety, environmental quality, pollution, atmospheric air, water, soil, forest.

А Айдосов, Р.У. Баямирова, А.Р Тогашева., А.Т Жолбасарова., Г. Кунаева
Ж.А, Исламбердиев., Б.А. Шиланбаев
(Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова)

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ И ДРУГИХ ПРОМЫШДЕННЫХ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА

Аннотация. В работе на основе принципов экономического механизма построены модель экологической безопасности промышленных регионов. Как известно, в условиях экономической реформы решение социально-экономических задач без серьезного учета экологических факторов невозможно. В индустриальных регионах окружающая среда с высокими экологическими параметрами требует передовых технологий производства, рационального использования природных ресурсов, повышения экологичности всей экономики. К сожалению, резкое ухудшение состояния окружающей среды, истощение природных ресурсов, загрязнение атмосферного

воздуха, воды, почв и лесов, начавшееся с крупных городов и промышленных центров, в настоящее время приобрело глобальный характер. В связи с этим разработаны методологические вопросы управления природопользованием и на этой основе предложены научно-практические рекомендаций и их совершенствование.

Ключевые слова: Экономический механизм, природопользования, природные ресурсы, модель экологической безопасности, качества окружающей среды, загрязнение, атмосферный воздух, вода, почва, лес.

Экономический механизм природопользования представляет собой целостную систему управления народным хозяйством[1-11]. Он базируется на:

- принципах единства экологии и экономики, под которым понимается обеспечение устойчивого и динамичного развития экономики с целью повышения уровня жизни народа при одновременном улучшении качества окружающей среды;
- эффективном сочетании централизованного и местного. Это означает, что республиканские и местные органы управления несут ответственность за организацию эффективной системы охраны природы, рационального и комплексного использования природных ресурсов и состояние экологической обстановки на своей территории при:

-переходе от отраслевого к преимущественного территориальному управлению охраной природы;

-определении стратегических направлений природоохранной деятельности в Казахстане;

-разработке единой методологии определения экологических и

-решении республиканских проблем и выполнении принятых международных обязательств по охраны природы.

Эффективность освоения минеральных ресурсов в значительной мере зависит от эффективности экономического механизма хозяйствования, применяемого в деятельности предприятий, независимо от формы собственности. В условиях перехода к рыночным отношениям это имеет принципиальное значение, так как для повышения эффективности производства необходимо принять целый комплекс мер организационного, экономического механизма хозяйствования в использовании материальных ресурсов и экологизации горного производства.

Моделирование эколого-экономический механизм освоения минеральных ресурсов включает в себя экономические условия, обеспечивающие реализацию возможностей, возникновение заинтересованности и усиление ответственности за рациональное использование минеральных ресурсов (Рис.1).

На наш взгляд, экономических механизм освоения ресурсов необходимо рассматривать по двум взаимосвязанным и взаимозависимым элементам. В первую группу входят элементы, оказывающие прямое воздействие на процесс освоения минеральных ресурсов. Сюда относятся: система организационно-технического развития, маркетингового обеспечения в использовании ресурсов и механизм хозяйственных договоров, система экономического стимулирования и, наконец, система формирования и использования фондов охраны природы.

Важнейшим элементом экономического механизма хозяйствования в освоении минеральных ресурсов является система организационно технического развития. Установив спрос на продукцию, каждое предприятие независимо от форм собственности и хозяйствования должно работать над улучшением качества товара, делать его конкурентоспособным на рынке, а совершенствование экологического законодательства, помимо всего, будет способствовать более эффективному использованию материальных ресурсов, техническому усовершенствованию действующих производств и разработке принципиально новых экологически чистых, малоотходных и безотходных технологий комплексного использования сырья

Поскольку создание действенного механизма маркетинговой деятельности заключается, прежде всего, в замене директивных методов планирования и регулирования, то организация маркетинговой деятельности в освоении МР практически ничем не будет отличаться от деятельности в других отраслях народного хозяйства.

Основной принцип маркетинга заключается в двуедином, взаимодополняющем подходе к рынку. С одной стороны, это тщательное и всестороннее изучение (потребностей и спроса) нужд потребителей в продукции и услугах. С другой, как правило, активное воздействие на рынок и существующий спрос, на формирование потребностей и покупательских предпочтений.

Одним из необходимых элементов экономического механизма по поводу природопользования между соответствующим территориальным исполнительным органом и хозяйствующими субъектами. Они предусматривают условия и порядок освоения ресурсов, права и обязанности пользователя, размеры платежей за пользование природными ресурсами, а также ответственность сторон, возмещение вреда и порядок разрешения спросов.



Рис.1. Экономический механизм природопользования

К основным элементам группы внешнего воздействия экономического механизма материальных ресурсов относятся: финансирование, кредитование, налогообложение, ценообразование, экономическое стимулирование, формирование и использование фонда охраны природы.

Анализ существующего экономического механизма хозяйствования показывает, что он еще во многом неадекватен современному состоянию развития производства. С одной стороны, он не способствует в полной мере повышению эколого-экономической эффективности освоения минеральных ресурсов. С другой не отвечает интересам деятельности предприятий в условиях рыночных отношений.

Поэтому формирование нового экономического механизма эффективного освоения ресурсов должно осуществляться на основе рыночных методов хозяйствования. Рынок - это конкуренция, вызывающая к жизни необходимость разработки экологически чистых, прогрессивных, безотходных и малоотходных технологий, что в конечном итоге ведет к экологизации производства.

В связи с этим основополагающим принципом должна стать экологизация всех мероприятий, связанных с освоением минеральных ресурсов, а также всесторонний учет природных особенностей функционирования горного производства в том или ином регионе. (Рис. 2)



Рис. 2. Модели экологической безопасности при освоения природных ресурсов

И только после этого следует осуществлять мероприятия по внедрению экотехники, экоуслуг и экоиндустрии. Но для этого необходимо создать соответствующую систему рыночных регуляторов (льготы, кредиты, стимулирование инвестиций и др.) для изменения приоритетов в распределении ресурсов, инвестиций в освоении минеральных ресурсов.

Исследования показывают, что в последние годы в Казахстане практически отсутствуют новейшие технологии по переработке отходов. В условиях перехода к рыночным отношениям произошло разрушение существующей системы финансирования, в связи с чем большинство предприятий находятся в тяжелом финансовом положении и не могут производить отчисления средств в фонды природоохранных мероприятий.

В этих условиях одним из путей решения экологических проблем является привлечение иностранных инвестиций в реализаРасходы, связанные с ликвидацией ущерба, нанесенного окружающей среде, возмещаются в большинстве случаев не предприятиями загрязнителями, а идут по линии государства. В связи с этим было бы целесообразным создание финансово-кредитной системы в регионе в виде экологического банка. На наш взгляд, данный способ финансирования и кредитования природоохранных мероприятий будет соответствовать рыночным условиям и способствовать рациональному природопользованию. Например, созданная система экологического страхования является одним из направлений для защиты предприятий и организаций от ущерба, причиняемого в результате внезапного, преднамеренного или неожиданного загрязнения окружающей природной среды.

Для создания оптимальных условий экологизации освоения минеральных ресурсов необходимо всестороннее изучение природных ресурсов. Сформировать основные требования к созданию эколого-экономического мониторинга: обеспечение необходимой информацией, количественной и качественной характеристик среды; анализ различных видов деятельности людей, воздействующих на окружающую среду; анализ изменений окружающей среды, вызванных этими видами деятельности; влияние изменений в окружающей среде на жизнедеятельность людей; анализ действенности мер по сохранению и улучшению окружающей среды; сравнительный анализ показателей статистики окружающей среды по отдельным регионам.

Эколого-экономический мониторинг позволит получить необходимую информационную базу для разработки соответствующих моделей оптимального управления использованием природных ресурсов и охраны окружающей среды.

В условиях перехода к рыночным отношениям стал формироваться и развиваться рынок экологической сферы. Он объединяет предприятия и организации экологического профиля: по переработке промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов; производству экологически чистых продуктов питания; защите воздушного и водного бассейна, почвы и повышению ее плодородия, восстановлению численности редких видов животных и растений. Подобные предприятия могут быть государственными, частными, смешанными, а также с привлечением иностранного капитала.

Формирование рынка экологической техники и экологических услуг в регионе представляет собой длительный процесс, основанный на конкуренции товаропроизводителей в экологическом направлении и творческом их стремлении к улучшению использования имеющихся материальных ресурсов. Количество и объемы рынка экологической техники, товаров и услуг будут определяться спросом и предложением.

Развитию рынка экологических и экотехнических услуг способствует развитие рынка информации, без которой невозможно формирование современного рынка. Например, экологическая информация обеспечивает знаниями о состоянии воды, воздуха, фауны и флоры, земли природных зон и о деятельности или факторах, которые оказывают неблагоприятное воздействие

Рынок экологической информации должен развиваться и на международном уровне, поскольку единая система экоинформации позволит оперативно и адекватно оценивать ситуацию.

Основными элементами нового экономического механизма природопользования являются платежи за пользование природными ресурсами, лимиты на их изъятие, выбросы вредных загрязненных веществ и размещение отходов; налоговые кредитные и другие льготы, представляемые предприятиям, организациям, учреждениям и гражданам на проведение эффективных мер по охране природы. Большое значение имеют также планирование и финансирование природоохранных мероприятий. Платежи за пользование природными ресурсами - главный источник финансовых средств для обеспечения охраны, рационального использования и воспроизводства естественных ресурсов.

Планирование мероприятий по охране природной среды и природопользованию должно осуществляться на основе единой государственной экономической программы с учетом природоресурсного потенциала регионов страны. Что касается финансирования экологических программ и мероприятий по охране природы, то оно проводится как из бюджетов: республиканского, областного, так и за счет средств предприятий, учреждений и организаций, а также из республиканского и местных экологических фондов, фондов экологического страхования, кредитов банков, добровольных взносов населения, иностранных юридических и физических лиц и других источников финансирования и выделяется отдельной строкой в республиканском и других бюджетах, обеспечивается материально-техническими ресурсами [35].

Экономический механизм природопользования включает в себя также обязанность государственных природоохранных органов, служб статистики и природопользователей вести качественный и количественный учет природных ресурсов и вторичного сырья, проводить их эколого-экономическую оценку, а природоохранные органы должны осуществлять ведение государственных земельных, водных и лесных кадастров, а также кадастров недр, живого мира и особо охраняемых природных территорий. Следует при этом иметь в виду, что плата за землю, недра, лес, растительность и животный мир, рекреационные и другие природные ресурсы взимается как за право пользования природными ресурсами в пределах установленных лимитов, так и за сверхлимитное их потребление. Полученные средства расходуются на воспроизводство и охрану природы.

Кроме того, в механизм природопользования входит и плата за загрязнение окружающей природной среды и другие виды воздействия, состоящие из взиманий средств за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и другие загрязнения в пределах и сверх установленных лимитов.

Порядок исчисления и применения нормативной платы за пользование природными ресурсами определяется правительством. При этом внесение мер по охране природы и возмещения ущерба, причиняемого экологическими нарушениями.

Новым элементом экономического механизма природопользования является законодательное закрепление обязательности договорности и лицензирования природопользования. Это означает, что между природопользователем и исполнительным органом области, района, города заключается договор или выделяется лицензия на комплексное использование того или иного вида природных ресурсов на основе заключения экологической экспертизы за предлагаемую хозяйственную или иную деятельность. При этом в договоре предусматриваются условия и порядок использования природных ресурсов, обязанности и права природопользователя, размеры платежей за пользование природными ресурсами и ответственность сторон.

Разрешение (лицензия) на комплексное использование природных ресурсов выделяется государственными органами охраны природы, где указываются их вид, объем, а также экологические требования. Срок достижения нормативных объемов природопользования устанавливается по годам и в соответствии с показателями государственных и региональных природоохранных программ. Для решения неотложных природоохранных задач, восстановления качества окружающей природой среды, компенсации вреда должна функционировать система экологических фондов. Она должна образовываться из средств, поступающих от предприятий, учреждений, граждан, иностранных юридических лиц и граждан. В том числе за счет платы за выбросы загрязняющих веществ в природную среду, размещение отходов и другие загрязнения, а также из сумм, полученных по искам и возмещении вреда и штрафов, средств от реализации конфискованных орудий охраны и рыболовства, незаконно добытых с их помощью диких животных и средств, полученных в виде дивидендов, процентов по вкладам, банковским депозитам, от долевого использования собственных средств фонда в деятельности предприятий и иных юридических лиц, и граждан.

Причем экологические фонды должны расходоваться только на оздоровление населения, проведения мер и программ по охране природной среды, воспроизводству естественных ресурсов и научные исследования, а также внедрения экологически чистых технологий, строительство очистных сооружений, выплату компенсационных сумм гражданам на возмещение ущерба, причиненного здоровью загрязнением или другим воздействием на природную среду, развитие экологического воспитания и образования. Соответственно должно запрещаться расходование средств экологических фондов на цели, не связанные с природоохранной деятельностью. На случай экологических и стихийных бедствий, аварий и катастроф вводится добровольное и обязательное государственное экологическое страхование предприятий, учреждений, организаций, а также граждан, объектов их собственности и доходов. Порядок экологического страхования и использования этих фондов определяется правительством. Наряду со страхованием большое место отводится общественным фондам добровольных взносов и пожертвований общественных объединений, других источников и расходуются только на охрану окружающей среды.

Экономический механизм природопользования сводится не только к платности (взиманию платежей), но и поощрению природопользователей и «загрязнителей» среды за активную охрану природы. Такое стимулирование осуществляется через установление различных льгот предприятиям, учреждениям и организациям, в том числе и природоохранным за внедрение, например, малоотходных и безотходных технологий, за активное использование новых безвредных видов энергии, вторичных ресурсов, другой деятельности, обеспечивающей природоохранный эффект. Сюда же можно отнести освобождение от налогообложения экологических фондов, передачу части их средств на договорных условиях под процентные займы предприятиям и гражданам для проведения мер по снижению выбросов загрязняющих веществ, установление повышенных норм амортизации производственных природоохранных фондов, а также применение поощрительных цен и надбавок за экологически чистую продукцию и введение специальных налогов за производство экологически вредной продукции или товаров, выпускаемых с применением экологически опасных технологий. Предусмотрено в этих же целях применение льготного кредитования предприятий независимо от форм собственности, эффективно ведущих охрану окружающей среды. Могут быть установлены и другие виды экономического стимулирования охраны природы, исходя из местных условий и сложившейся экологической обстановки.

Как известно, важной составной частью экономического механизма природопользования является плата за право пользования недрами, землей, животным и растительным миром, другими природными ресурсами. Поэтому правительство на основании Закона «О недрах» ввело в действие временные минимальные ставки платежей за право добычи (пользования) полезных ископаемых. Такие платежи теперь осуществляются всеми предприятиями и организациями. Предусмотрена и более же сткая ответственность за расточительное отношение к недрам. Если предприятие будет

допускать сверх нормативные потери при добыче полезных ископаемых, то ставки платежей увеличиваются в два раза. Разрешено также ставки платежей за недра дифференцировать с учетом природных, географических и других условий в пределах 30% от утвержденных ставок. В целях заинтересованности предприятий в комплексной эксплуатации недр платежи не взимаются с попутно извлеченных веществ при добыче нефти, газа и некоторых других полезных ископаемых, включая вскрышные породы. Эта же льгота представлена и за применение некоторых прогрессивных технологий, например, при добыче нефти термическим, физико-химическим и микробиологическим методами.

Указом Президента РК, имеющим силу закона «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» определена плата за земли как сельскохозяйственного, так и несельскохозяйственного назначения. Основанием платы за землю является документ, свидетельствующий участки. Земельный налог и арендная плата за землю учитывается в доходной и расходной части бюджетов. Это положение направлено на стимулирование землепользователей к бережному и научно обоснованному использованию земель.

Установлено несколько видов платы на землю, в т.ч. земельный налог, нормативная цена земли и арендная плата. На основании этого земледельцы, собственники земли и землепользователи, за исключением арендаторов, ежегодно облагаются налогом. За земли, сданные в аренду, установлена арендная плата. Причем размер земельного налога не зависит от результатов хозяйственной деятельности. Он установлен в виде стабильных платежей за единицу земельной площади. Земельный налог устанавливается с учетом состава угодий, их качества и места расположения.

Одной из составных частей организации рационального природопользования и охраны окружающей среды является нормирование качества природной среды. Оно позволяет устанавливать предельно допустимые нормы воздействия на окружающую среду, способствует сохранению генетического фонда флоры и фауны, обеспечивает экологическую безопасность людей, охрану, воспроизводство и экономное использование природных ресурсов, сохраняя устойчивое развитие народного хозяйства.

В этих целях государственные органы охраны природы, санитарного и эпидемиологического надзора утверждают нормативы предельно допустимых концентрации (ЦЦК) вредных веществ для отдельных регионов, а также вредных биологических веществ (микроорганизмов), загрязняющих окружающую среду (воду, воздух, земли). С их помощью оценивается состояние среды для здоровья человека, животных и растений. Для некоторых наиболее ценных природных территории (заповедники, природные парки, курорты и др.) устанавливаются более жесткие нормативы. Если они нарушаются , то выброс или сброс вредных веществ специальным предписанием органов охраны природы и санэпидемнадзора может быть приостановлен, ограничен или прекращен полностью. Кроме ПДК нормирование качества окружающей среды предусматривает нормативы ПДВ и ПДС (предельно допустимых выбросов и сбросов) вредных или биологически вредных веществ в окружающую природную среду.

Эти нормативы устанавливаются не отвлеченно, а с учетом производственных мощностей предприятий (объектов), данных о последствиях каждого источника загрязнения в соответствии с действующими нормативами ПДК вредных веществ в окружающей среде.

ПДК и ПДС утверждаются тоже органами природы по химическим веществам и органами санэпидемнадзора по микроорганизмам и другим биологическим веществам. Вводятся и другие нормативы, как допустимый уровень радиационного воздействия, содержание радиационных веществ не только в окружающей среде, но и в продуктах питания в величинах, безопасных для здоровья населения, предельно допустимых уровней шума, магнитных полей, вибраций и других вредных воздействий.

Нормативные объемы сбросов, нормы изъятия природных ресурсов, размещение отходов устанавливаются конкретным предприятиям природопользователям региональными органами экобиоресурсов в соответствии с их компетенцией. Что касается самих нормативов, то они разрабатываются предприятиями - природопользователями с учетом предложений органов местного самоуправления, науки, общественных организаций и населения, а также законодательных актов, экологических ситуаций и программ с тем, чтобы активно содействовать предотвращению нарушения равновесия в природной среде и обеспечению оптимальных условий для жизни людей.

Заключение. В целях повышения ответственности за охрану природы предприятиям выдается специальное разрешение на выбросы, отходы и изъятия природных ресурсов. Министерство экологии и биоресурсов обязано осуществлять методическое руководство за нормированием сбросов и

выбросов, лимитированием природных ресурсов и разрешение отходов. Руководство же этими вопросами на местах должно осуществляться органами местной исполнительной власти совместно с местными органам окружающей среды и санитарно эпидемиологического надзора.

Важный момент в решении экологических проблем - предоставление более широких льгот предприятиям, организациям и лицам при выполнении ими мероприятий по защите экологии. По нашему мнению, целесообразно рассмотрение вопроса об освобождении от налога на добавленную стоимость природоохранных работ и услуг, выполняемых за счет средств экологических фондов. Это послужило бы дополнительным источником решения природоохранных проблем. Представляется обоснованным освобождение от уплаты налога на добавленную стоимость и прибыль заповедники, национальные и дендрологические парки и ботанические сады. Это существено улучшило бы финансовое положение заповедников. Можно было бы также при исчислении налога с дохода юридических лиц уменьшить налогооблагаемую базу предприятий на сумму средств из собственных источников финансирования, направленных на капиталовложения сокращающих выбросы, сбросы вредных веществ. При сложившейся жесткой финансовой и налоговой политике предприятия получили бы существенную практическую возможность для финансирования мероприятий по охране окружающей среды за счет собственных средств.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Айдосов А.А., Айдосов Г.А. Теоретические основы прогнозирования природных процессов и экологической обстановки окружающей среды. Книга 1, Теоретические основы прогнозирования атмосферных процессов и экологической обстановки окружающей среды. - Алматы: Изд-во «Қазақ университеті”, 2000.- 290 с.

[2] Айдосов А.А., Айдосов Г.А., Заурбеков Н.С. Моделирование распространения вредных веществ в нижнем слое атмосферы со свободной верхней границей воздушной массы и оценка экологической обстановки окружающей среды.// Промышленность Казахстана. – Алматы. - 2007. -№1(40). - С. 68-70.

[3] Айдосов, А. А., Г. А. Айдосов, Н. С. Заурбекова, и Г. И. Азхиева. Модельная оценка технологической нагрузки экологических компонентов в нефтегазодобывающем регионе, 160. Волкова Е.В.: Алма-Ата. 2015.

[4] Нигматулин Р.И. Методы механики сплошной среды для описания многофазных смесей // ПММ. – 1970. – Т.34, №6. – С.1097-1112.

[5] Блинова Е.И. Методы решения нелинейной задачи об атмосферных движениях планетарного масштаба // ДАН СССР. – Т.110, №6, 1956.

[6] Н.Заурбеков, А.Аидосов, Н.Заурбекова, Г.Аидосов, Г.Заурбеков & И.Заурбеков. Распространение выбросов в результате массового и энергетического обмена в атмосферном поверхностном слое: двухмерное моделирование - источники энергии Том 40, 2018 - Выпуск 23. - Стр. 2832-2841: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15567036.2018.1511656. [Сеть Науки ®]

[7] Аллаярбек Айдосов, Байдаулет Урмашев, Гульзат Заурбекова. Моделирование распространения вредных веществ в атмосфере с изменяющимся профилем скорости - Open Engineering formerlyul Central European Journal of Engineering, том 6, выпуск 1. ISSN 2391-5439. - Варшава, Польша, 2016.-264-269 стр.:https://www.degruyter.com/view/j/eng.2016.6.issue-1/eng-2016-0035/eng-2016-0035.xml?rskey=HHt9SU&result=1&q=Zaurbekova. [Сеть Науки ®]

[8] Аллаярбек Айдосов, Галым Айдосов, Нургали Заурбеков, Гульзат Заурбекова, Нурбике Заурбекова, Игилик Заурбеков. Математическое моделирование загрязнения атмосферы в промышленном регионе с целью разработки программного обеспечения информационной системы для экологической ситуации - Еколоджи, 2019, выпуск 107, стр.: 349-358.: http://ekolojidergisi.com/article/mathematical-modelling-of-atmospheric-pollution-in-an-industrial-region-with-a-view-to-design-an-5601. [Сеть Науки ®]

[9] Алларибек Айдосов, Галим Айдосов, Нургали Заурбеков, Гульзат Заурбекова, Саулет Сибанбаева, Балджан Талпакова, Багдат Заурбеков, Нурбике Заурбекова. Информационно-математическое моделирование влияния выбросов в атмосферу на здоровье населения - Ad Alta - Журнал междисциплинарных исследований, том 9, выпуск 1, специальный выпуск V. - Страницы: 74-79 http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/090105/papers/B_02.pdf. [Сеть Науки ®]

[10] А.А. Айдосов, Г.А. Айдосов, Н.С. Заурбекова, Л.К. Байболова, А.М. Адамаева, Н. Дзах. Заурбекова Оценка высоты устья реки источников и влияния строительства промышленных объектов при моделировании загрязнения атмосферы выбросами - Исследовательский журнал прикладных наук 10 (2): 54-58, 2015 ISSN: 1815-932X © Medwell Journal, Пакистан, 2015 - стр. 54-58.: https://www.medwelljournals.com/abstract/?doi=rjasci.2015.54.58

[11] А.А. Айдосов, Н.С. Заурбекова, Г.А.Аидосова, К.А.Абсаматова, Г.Н Заурбекова., И.С.Заурбеков. Математическое моделирование и численные методы атмосферных процессов, определяющих перенос загрязняющих веществ при аварийных выбросах - Металлургическая и горнодобывающая промышленность No.4 - 2016, Днепропетровск, Украина, 2016. - 65-68 с. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_4/10_Aydosov.pdf

Айдосов А, Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т., Кунаева Г.,
Исламбердиев Ж.А, Шиланбаев Б. А.

Экологиялық қауіпсіздік моделін құру экономикалық тетік қағидаттары негізінде мұнай-газ және басқа да өндірістік өңірлер

Түйіндеме. Жұмыста экономикалық тетік қағидаттары негізінде өнеркәсіптік аймақтардың экологиялық қауіпсіздігі моделі салынды. Экономикалық реформа жағдайында экологиялық факторларды ескермей, әлеуметтік-экономикалық міндеттерді шешу мүмкін емес. Индустриялық өңірлерде жоғары экологиялық параметрлері бар қоршаған орта өндірістің озық технологияларын, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануды, бүкіл экономиканың экологиялылығын арттыруды талап етеді. Өкінішке орай, ірі қалалар мен өнеркәсіп орталықтарынан басталған қоршаған орта жағдайының күрт нашарлауы, табиғи ресурстардың сарқылуы, атмосфералық ауаның, судың, топырақтың және ормандардың ластануы қазіргі уақытта жаһандық сипатқа ие болды. Осыған байланысты табиғат пайдалануды басқарудың әдіснамалық мәселелері әзірленді және осы негізде ғылыми-практикалық ұсынымдар мен оларды жетілдіру ұсынылды.

Түйінді сөздер: экономикалық механизм, табиғатты пайдалану, табиғи ресурстар, экологиялық қауіпсіздік моделі, қоршаған орта сапасы, ластану, атмосфералық ауа, су, топырақ, орман.

УДК 502/504(035:3):543.068:681.3

A. Aydossov, R.Y. Bayamirova, A.R. Togasheva, A.T. Zholbassarova
(Caspian state university of technologiesand engineering named after S. Yessenov,
Aktau city, The Republic of Kazakhstan)

MODEL ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ATMOSPHERIC POLLUTION IN INDUSTRIAL REGIONS ON HEALTH INDICATORS

Abstract. The paper examines the problems of assessing the impact of environmental pollution on the health of the population. Assuming that the atmospheric air as the main human environment plays a leading role in this process and the quality of its largely depends on the stability of the interaction of the human body with the environment-the processes of physical development, morbidity, medical and demographic parameters, in addition, the atmospheric air not only affects the person directly, but also serves as a transporting medium, causing contamination of the soil cover, water sources, vegetation and human food. We propose a model interpretation of the three main existing approaches to the problem, and demonstrate the territorial zoning of the city based on mathematical modeling of the dispersion of pollutants. Dynamics of indicators of total mortality in the region and the Republic of Kazakhstan. Models of the incidence of neoplasms from air pollution, as well as in the form of a complex spatial correlations the dependence of children's morbidity congenital anomalies of the maximum concentrations of carbon monoxide and dust.УДК 502:51 (075)

Key words: mpact assessment, dependency models, morbidity, pollutants, natural environment, congenital abnormality**.**

А.А. Айдосов, Р.У. Баямирова, А.Р. Тогашева, А.Т. Жолбасарова
(Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова)

МОДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

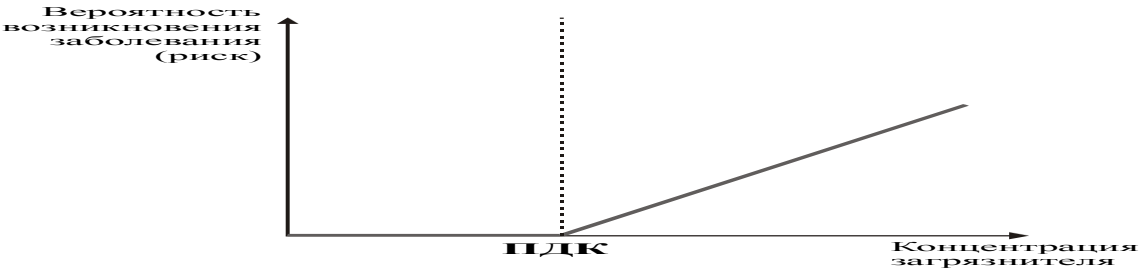
Аннотация. Изучены проблемы оценки влияния загрязнения окружающей среды на состояние здоровья населения. Предполагая, что атмосферный воздух как основная среда обитания человека играет в этом процессе одну из ведущих ролей и от качества его во многом зависит стабильность взаимодействия человеческого организма с окружающей средой – процессы физического развития, заболеваемость, медико-демографические параметры, кроме того атмосферный воздух не только воздействует на человека непосредственно, но и служит транспортирующей средой, обусловливая загрязнение почвенного покрова, водных источников, растительности и продуктов питания человека. Нами предложены модельная интерпретация трех основных существующих подходов к проблеме, демонстрируется территориальное районирование города, выполненное на основе математического моделирования рассеивания загрязняющих веществ. Динамика показателей общей смертности населения в регионе и Республики Казахстан. Моделей зависимости заболеваемости новообразованиями от загрязнения атмосферы, а также в виде сложного пространственного соотношения зависимость заболеваемости детей врожденными аномалиями от максимальных концентраций окиси углерода и пыли.

Ключевые слова. Оценка влияния модели зависимости заболеваемости, загрязняющие вещества, природная среда, врожденная аномалия.

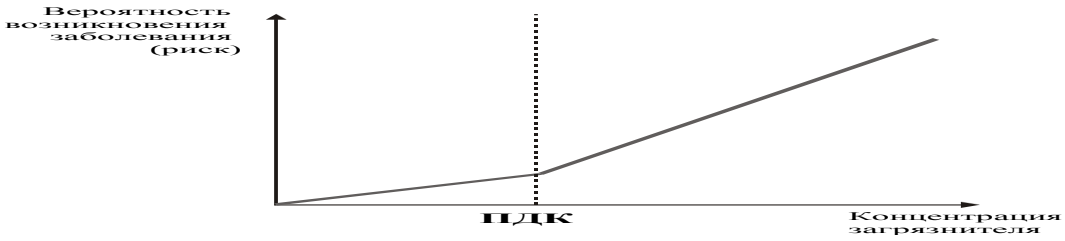
Проблема оценки влияния загрязнения окружающей среды на состояние здоровья населения сохраняет свою актуальность в современных условиях. Стратегией «Казахстан-2030», а также Государственной Программой «Здоровье народа» улучшение окружающей среды определено в качестве одного из основных инструментов оздоровления населения.

В среднем в течение последнего периода в регионе на 1 км^2 поверхности земли приходилось порядка 2551.28 кг выбрасываемых в атмосферу твердых загрязняющих веществ в год. Это в 222 раза выше, чем в Мангистауской области, 5 раз выше, чем в Восточно-Казахстанской области. Высока также нагрузка, производимая на состояние атмосферного воздуха за счет выбросов газообразных веществ (в этом отношении Павлодарская область также находится на одном из первых мест в стране). Все это обусловливает возникновение ряда существенных проблем для здоровья населения области, в первую очередь, на городских территориях.

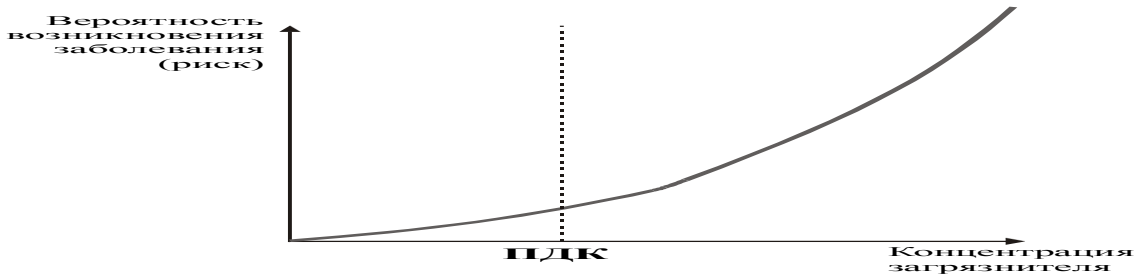
На рисунке 1 показана предложенная нами модельная интерпретация трех основных существующих подходов к проблеме.



а) линейная пороговая модель



б) линейная беспороговая модель



в) нелинейная беспороговая модель

Рис. 1. Основные типы моделей влияния атмосферного загрязнения на здоровье популяции

В целом, по данным проведенных в регионе научных исследований, четыре основных экологических фактора могут считаться активно воздействующими на здоровье – это, в порядке убывания степени остроты проблемы:

- последствия влияния ядерных испытаний;
- загрязнение атмосферного воздуха;
- загрязнение растениеводческой продукции (в значительной мере, также являющееся следствием атмосферного загрязнения);
- загрязнение водных ресурсов.

При этом важно понимать, что механизм влияния атмосферного загрязнения на человеческую популяцию гораздо сложнее, чем это может быть выражено в терминах любой из упрощенных

однофакторных моделей.

Нельзя не учитывать тот факт, что концепция пороговой модели воздействия загрязнения окружающей среды на здоровье (предполагающая существование абсолютно безопасного уровня загрязнения) в свете современных научных представлений является лишь первым приближением реального процесса.

Как мы полагаем, более актуальной является беспороговая модель риска с существованием различных коэффициентов риска для уровней ниже и выше ПДК (разные углы наклона соответствующей прямой – рисунок 1 б), либо беспороговая нелинейная модель риска, которая может быть представлена гладкой экспоненциальной кривой (рисунок 1 в).

При оценке влияния атмосферного загрязнения на состояние здоровья людей следует базироваться на следующих основных тезисах:

- риск возникновения заболевания возрастает с ростом концентрации загрязнителя в воздухе, усредненной за некоторый период времени;
- риск нарушений здоровья может быть усилен за счет присутствия в атмосферном воздухе не одного, а нескольких загрязнителей;
- риск нарушений здоровья может быть усилен за счет существенных всплесков загрязнения, либо за счет постоянного изменения состояния окружающей среды, что затрудняет приспособление популяции к ее химическим характеристикам;
- риск является популяционной вероятностной характеристикой и может быть эффективно исследован на уровне показателей, характеризующих здоровье популяции в целом в большей степени, чем при исследовании индивидуальной реакции.

В связи с этим нами придавалось большое значение сбору и анализу различных показателей, характеризующих состояние здоровья и медико-демографической ситуации для городских жителей Павлодарской области в сопоставлении с показателями загрязнения атмосферного воздуха.

Важно также видеть территориальный аспект проблемы, состоящий в том, что люди, проживающие в различных районах города, испытывают разную медико-экологическую нагрузку на организм.

На рисунке 2 демонстрируется территориальное районирование города Павлодара, выполненное на основе математического моделирования рассеивания загрязняющих веществ (в единицах комплексного показателя $K_{сум}$).

Таким образом, западная часть территории города, где значения $K_{сум}$ колеблются в пределах от 2.6 до 4.8, находится в более благоприятных условиях с точки зрения формирования здоровья населения, по сравнению с восточной, где значение $К_{сум}$ достигают 13.

В настоящей работе впервые выполнена систематизация разнообразной информации о влиянии атмосферного воздуха на здоровье населения в городах Павлодарской области, а также проведено специальное исследование и моделирование возможной зависимости параметров здоровья от параметров состояния атмосферы. Исследовано порядка 62500 корреляционных связей, в числе которых отобраны статистически значимые. Проанализирована медико-демографическая ситуация в регионе. Сформирован банк данных о состоянии атмосферы и заболеваемости населения региона в период с 1989 по 1998 годы.

Все приводимые в работе корреляционные связи значимы при $P<0.05$.

На рисунке 3 показана динамика показателей общей смертности населения в сопоставлении со среднереспубликанскими данными. Общая республиканская тенденция к росту смертности, как видно из графика, имеет существенную специфику для городов региона. В определенной степени в этой динамике участвует и влияние факторов загрязнения окружающей среды. Например, было установлено, что смертность по причине инфекционных и паразитарных болезней в определенной степени связана с загрязнением атмосферного воздуха пылью, SO_2, Cl_2, NO_2; по причине новообразований – с загрязнением пылью; болезней органов дыхания – щелочью, CO, SO_2.

В населенных пунктах наблюдается прямая сильная корреляционная связь между объемом выбросов сернистого ангидрида в атмосферу и смертностью мальчиков на первом году жизни от врожденных аномалий, а также смертностью мужчин от болезней системы кровообращения в возрастных группах 55-59 лет. В связи с этим снижение показателей общей смертности, начиная с 1994 года, может быть в определенной степени объяснено падением производства и снижением антропогенной нагрузки на атмосферный воздух.

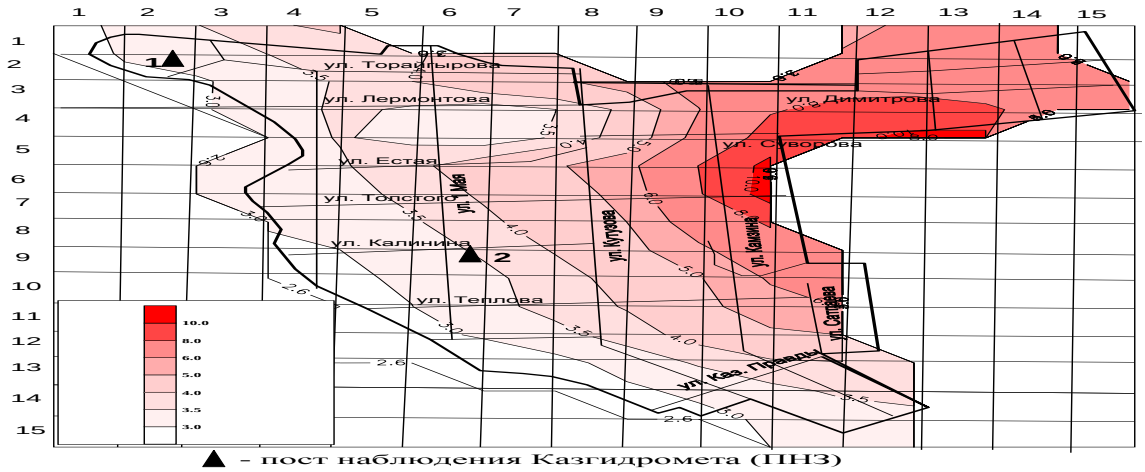


Рис. 2. Районирование селитебной территории по комплексному показателю загрязнения атмосферного воздуха (масштаб 1:50000)

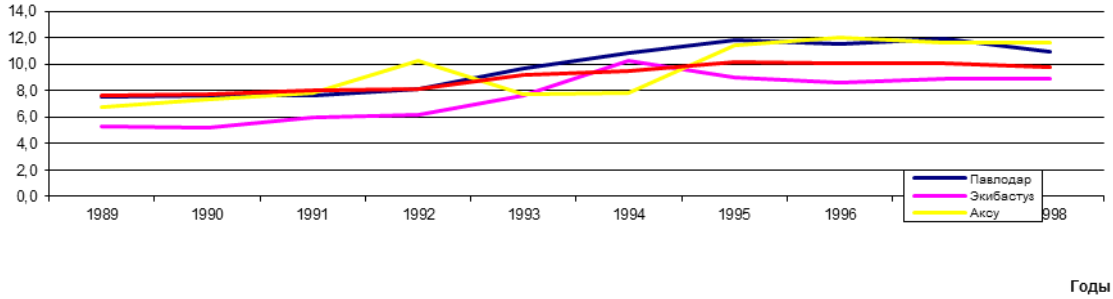


Рис. 3. Динамика показателей общей смертности населения в регионе и Республики Казахстан (на 1000 населения, 1989-1998 годы)

В населенных пунктах дисперсия показателя остаточной смертности (определяемого как разность между городским и республиканским показателями) на 16-22% может быть объяснена рядом параметров, характеризующих загрязнение атмосферного воздуха суммарным («накопленным») объемом выбросов NO_x, SO_2, CO, V_2O_5, золы АТЭС, чистого хрома, CO АЗФ.

На протяжении всего исследуемого периода характеризовалась сложной негативной динамикой младенческой смертности. В 1993 году показатель превышал 40.0 на 1000 родившихся (в Японии в тот же период показатель был на порядок ниже – 4.2 на 1000 родов).

Следует обратить внимание на тот факт, что уровень рождаемости обратно коррелирует с максимальными концентрациями CO (r=-0.72, коэффициент детерминации 51.8%). Эти данные смыкаются с ранее установленными фактами о существовании обратной зависимости показателей рождаемости по регионам страны и показателей заболеваемости новообразованиями, что свидетельствует не только о социально-экономической, но и об экологической обусловленности процессов рождаемости, являющихся функцией репродуктивного здоровья нации.

Общепризнанно, что показатель первичной (впервые выявленной) заболеваемости населения (в расчете на 100000 населения) является эффективной интегральной характеристикой риска возникновения заболевания в популяции.

Нам удалось установить целый ряд фактов, свидетельствующих об обусловленности риска заболеваемости населения факторами загрязнения атмосферного воздуха.

Установлено, что на 0.001 мг/м^3 сернистого ангидрида приходится 3494 дополнительных случаев заболеваемости детей в расчете на 100000 человек, на 0.001 мг/м^3 окислов азота – дополнительных 1601 случаев заболеваемости.

Зависимость первичной заболеваемости всего населения от максимальных концентраций пыли и NO_2 имеет более сложную форму, однако также заболеваемость увеличивается при возрастании загрязнения атмосферы (рис.4).

Установлено также, что первичная заболеваемость взрослого населения возрастает при увеличении средних концентраций окислов азота на 1(r=0.89), 2(r=0.74) и 3(r=0.86) постах

наблюдения загрязнения атмосферы. Заболеваемость взрослого населения зависит от средних концентраций сернистого ангидрида.

Отметим, что по данным программы «Профилактика» имеет место значимая дифференциация первичной заболеваемости по территории. Загрязнение атмосферного воздуха способно отражаться на тонких механизмах поддержания стабильности на межпопуляционном уровне, а также в существенной мере снижать иммунный статус человека, переориентируя защитные силы организмов с одних направлений на другие.

Обращает на себя внимание тенденция к росту показателей инфекционной заболеваемости (несмотря на относительно высокий социально-бытовой уровень в городе), а также наличие исключительно высоких всплесков заболеваемости.

Отметим, что повсюду в местности региона заболеваемость инфекционными болезнями значительно выше, чем в Республике Казахстан в среднем в 1998 году превышение составляло 1.6 раза.

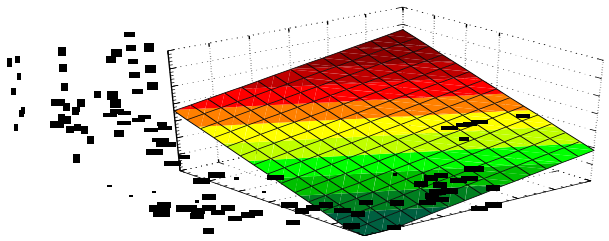
Окружающая среда напрямую определяет заболеваемость населения новообразованиями, однако, дозовые эффекты могут наблюдаться лишь на крупных выборках в течение длительного времени наблюдения. Тем не менее, нам удалось установить ряд закономерностей, которые могут свидетельствовать о влиянии загрязнения окружающей среды на этот показатель.

На рисунке 4 иллюстрируются отдельные из полученных нами моделей зависимости заболеваемости новообразованиями от загрязнения атмосферы. На 1 мг/м^3 оксида углерода приходится 8.4 дополнительных случаев новообразований, на 0.1 мг/м^3 пыли – дополнительных 2 случая новообразований у детей в расчете на 100000 жителей. На 0.01 мг/м^3 сернистого ангидрида приходится дополнительных 17.7 случаев новообразований у взрослых в расчете на 100000 жителей.

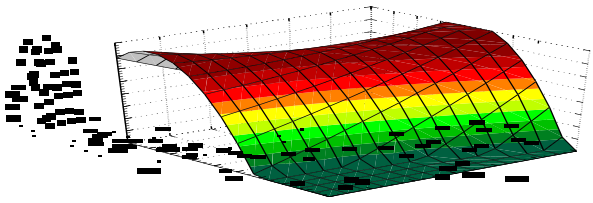
Нельзя не отметить также, что на протяжении многолетних исследований в рамках программы «Профилактика» установлено множество фактов влияния атмосферного загрязнения на ранние стадии заболеваний нервной системы – общую астенизацию, утомляемость, хронические головные боли и т.д.

Работами Р. Ольсена, Дж. Расмусона, Б. Коула, Т. Слажневой, А.Корчевского (1996-1998гг.) показано, что загрязнение атмосферы свинцом может оказывать определенное влияние на нарушение интеллектуального развития детей дошкольного возраста.

При этом, если общий высокий уровень врожденных аномалий в регионе может быть объяснен последствиями ядерных испытаний, то всплеск заболеваемости в период с 1990 по 1994 год требует регионального объяснения.



а) линейная зависимость ПЗ детского населения от средней концентрации SO_2



б) зависимость ПЗ всего населения от максимальных концентраций пыли и NO_2

Рис. 4. Моделей зависимости заболеваемости новообразованиями от загрязнения атмосферы.

На рисунке 5 в виде сложного пространственного соотношения иллюстрируется зависимость заболеваемости детей врожденными аномалиями от максимальных концентраций окиси углерода и пыли. Эта заболеваемость прямо коррелирует с соответствующими показателями (соответственно, с

коэффициентами корреляции 0.84 и 0.66), однако пространственная модель показывает, что реальное влияние загрязнения атмосферы на здоровье имеет сложный механизм, в том числе включая взаимное усиление и ослабление реакции.

Имеют место также иные свидетельства о влиянии атмосферного воздуха на состояние здоровья населения городов. Например, нельзя не отметить фактов влияния атмосферного загрязнения на физическое развитие детей дошкольного возраста (пыль угля влияет на формирование дефицита массы, окислы азота – на отклонения роста от нормы).

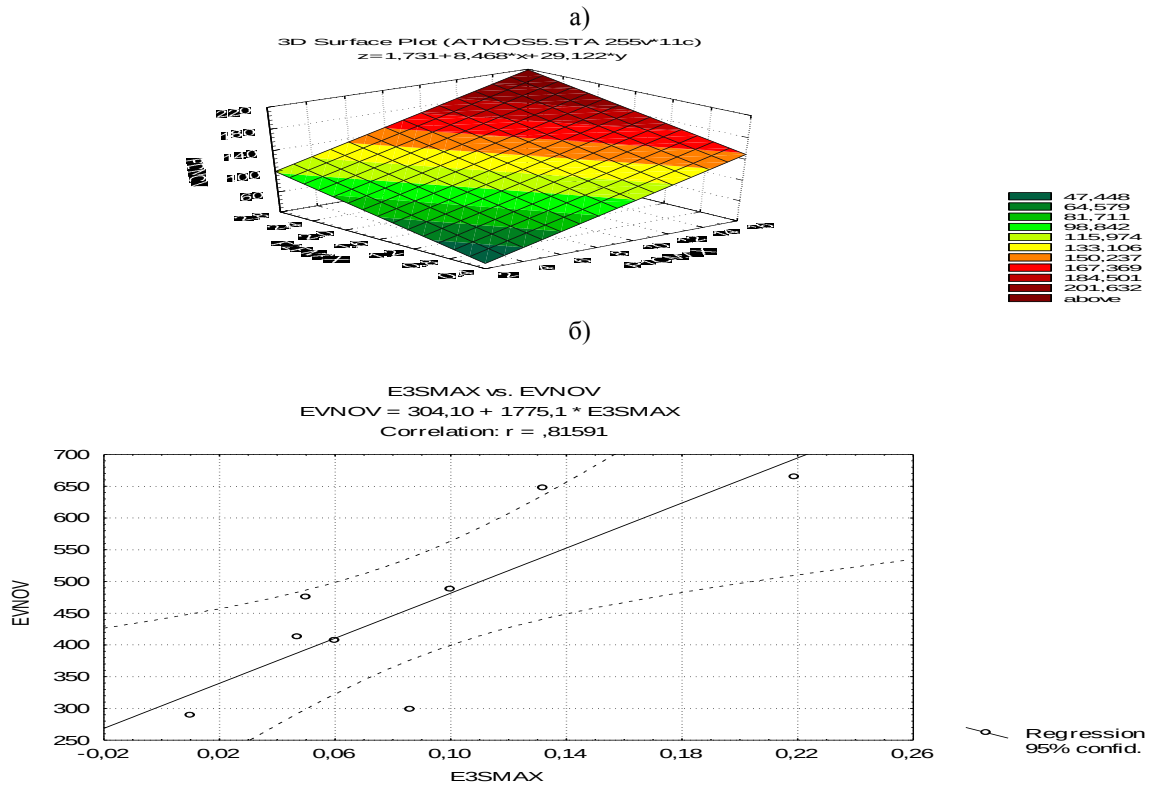


Рис. 5. Зависимость заболеваемости новообразованиями от загрязнения атмосферного воздуха:
а) заболеваемость детей зависит от максимальных концентраций CO и пыли;
б) заболеваемость взрослых зависит от максимальных концентраций SO_2

На основании изученного и обобщенного нами материала, выполненного статистического анализа и математического моделирования можно сделать следующие выводы:

- загрязнение атмосферного воздуха оказывает существенно влияние на состояние здоровья населения;

- неблагоприятное состояние окружающей среды в исследуемых районах отражается на демографических показателях, общей заболеваемости, физическом развитии детей, уровне риска возникновения патологий дыхательной, эндокринной, кроветворной и иных важных систем человеческого организма.

Основными популяционными маркерами неблагоприятного воздействия атмосферного воздуха на здоровье являются:

- наличие статистически-значимых территориальных различий в состоянии здоровья субпопуляций, проживающих на различающихся по степени загрязнения атмосферы территориях;

- регистрация статистически-значимой обусловленности динамики показателей здоровья изменениями в химическом составе атмосферного воздуха;

- обнаружение экзогенных изменений в отдельных организмах (например, хромосомные аберрации).

1. Удается обнаружить влияние на состояние здоровья всех основных поллютантов: сернистого ангидрида, окиси углерода, окислов азота, пыли, щелочи и др. На здоровье населения влияют как высокие средние концентрации загрязняющих веществ, так и резкие разовые всплески концентраций.

2. В наибольшей степени риску возникновения обусловленного загрязнением атмосферы заболевания подвержены подростки и дети, в особенности – дошкольного возраста.

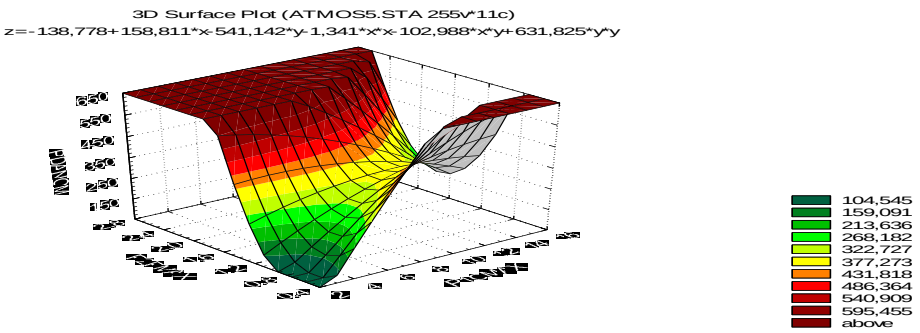


Рис. 6. Соотношение между заболеваемостью детей врожденными аномалиями и загрязнением атмосферы пылью и окисью углерода

Вышесказанное требует осуществления дальнейших действий по снижению неблагоприятного влияния загрязнения атмосферы на здоровье в рамках Стратегии «Казахстан-2030», где говорится о необходимости «нарастающих усилий» по улучшению окружающей среды.

Изучение и моделирование распространения газо-аэрозольных веществ требует знания трех метеорологических элементов, определяющих поведение введенных в атмосферу веществ: полей ветра, температуры и различных фаз воды. Наиболее существенным является поле ветра (скорость и направление), определяющие адвективный перенос загрязняющих веществ. Адвективный перенос определяет расстояние, на которые переносятся загрязняющие вещества, их ареал распространения, время пребывания этих веществ в атмосфере и уровни концентрации в отдельных районах. Горизонтальная диффузия в среднем в пять раз меньше адвекции и ее детальным описанием можно пренебречь, параметризовав через постоянный в пространстве и времени коэффициент горизонтальной диффузии.

Решение этих и других, возникающих здесь, задач требует использования математических моделей, описывающих распространение примесей в атмосфере от различных типов источников.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Айдосов, А. А., Г. А. Айдосов, Н. С. Заурбекова, и Г. И. Азхиева. Модельная оценка технологической нагрузки экологических компонентов в нефтегазодобывающем регионе, 160. Волкова Е.В.: Алма-Ата. 2015.

[2] Айдосов А., Айдосов Г.А. Заурбеков Н.С.Теоретические основы исследования состояния компонентов природных сред и методы оценки влияния естественных и антропогенных нагрузках. Монография / Алматы, «ИП Волкова Е.В.» 2017, - 232 с.ISBN 978-601-263-408-2. Тираж 650 экз.

[3] A.Aydosov, G.Zau-rbekova, G. Aydosov, L. Baibolova, R. Aitbayeva, B.Talpakova Accidents with the Release of Pollutants into the Atmosphere and the Issues of their Mathematical and Informational Modeling and Numerical Simulation CURRENT SCIENCE, VOL. 112, NO. 5, 10 MARCH 2017. – 1473-1488 pp. IF TR=0.89

[4] Айдосов, М.С.Кзылбаев, А.Е.Батырбаева Информационное обеспечение моделирования процесса переноса загрязняющих веществ в пограничном слое атмосферы Материалы республиканской научно-практической конференции молодых ученых «Наука. Образование. Молодежь», посв. 60-летию АТУ. – Алматы, 2017. – С. 143-145

[5] Айдосов А., Заурбеков Н.С.Кызылбаев М.С., Батырбаева А.Е. Информационное обеспечение моделирования процесса переноса загрязняющих веществ в атмосфере с целью экологического мониторинга окружающей среды Вестник АТУ, 2017. Выпуск № 2 (115), I SSN 2304 -5681 - 4 с. (в печати, июнь 2017)

[6] Н.Заурбекова, А.Аидосова, Н.Заурбекова, Г.Аидосова, Г.Заурбекова & И.Заурбеков. Распространение выбросов в результате массового и энергетического обмена в атмосферном поверхностном слое: двухмерное моделирование - источники энергии Том 40, 2018 - Выпуск 23. - Стр. 2832-2841: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15567036.2018.1511656. [Сеть Науки ®]

[7] Аллаярбек Айдосов, Байдаулет Урмашев, Гульзат Заурбекова. Моделирование распространения вредных веществ в атмосфере с изменяющимся профилем скорости - Open Engineering formerlyul Central European Journal of Engineering, том 6, выпуск 1. ISSN 2391-5439. - Варшава, Польша, 2016.-264-269 стр.:https://www.degruyter.com/view/j/eng.2016.6.issue-1/eng-2016-0035/eng-2016-0035.xml?rskey=HHt9SU&result=1&q=Zaurbekova. [Сеть Науки ®]

[8] Аллаярбека Айдосова, Галыма Айдосова, Нургали Заурбекова, Гульзата Заурбекова, Нурбике Заурбекова, Игилика Заурбекова. Математическое моделирование загрязнения атмосферы в промышленном регионе с целью разработки программного обеспечения информационной системы для экологической ситуации - Еколоджи, 2019, выпуск 107, стр.: 349-358.: http://ekolojidergisi.com/article/mathematical-modelling-of-atmospheric-pollution-in-an-industrial-region-with-a-view-to-design-an-5601. [Сеть Науки ®]

[9] Алларибек Айдосов, Галим Айдосов, Нургали Заурбеков, Гульзат Заурбекова, Саулет Сибанбаева, Балджан Талпакова, Багдат Заурбеков, Нурбике Заурбекова. Информационно-математическое моделирование влияния выбросов в атмосферу на здоровье населения - Ad Alta - Журнал междисциплинарных исследований, том 9, выпуск 1, специальный выпуск V. - Страницы: 74-79 http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/090105/papers/B_02.pdf. [Сеть Науки ®]

Айдосов А. А., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т.,

Өнеркәсіптік аймақтардың атмосфералық ластануының халық денсаулығы жай-күйінің көрсеткіштеріне әсерін модельдік бағалау

Түйіндеме. Жұмыста қоршаған ортаның ластануының халық денсаулығының жағдайына әсерін бағалау мәселелері зерттелді. Атмосфералық ауа адамның негізгі тіршілік ету ортасы ретінде осы процесте жетекші рөлдердің бірін атқарады және оның сапасына адам ағзасының қоршаған ортамен өзара іс – қимылының тұрақтылығы тәуелді-физикалық даму процестері, ауру, медициналық-демографиялық параметрлер, сонымен қатар атмосфералық ауа адамға тікелей әсер етіп қана қоймай, сонымен қатар топырақ жамылғысының, су көздерінің, өсімдіктердің және адамның азық-түлік өнімдерінің ластануына себеп болатын тасымалдаушы орта болып қызмет етеді. Біз проблемаға үш негізгі көзқарасты модельдік интерпретациялау ұсындық, ластаушы заттардың таралуын математикалық модельдеу негізінде орындалған қаланы аумақтық аудандастыру көрсетіледі. Қазақстан Республикасы мен өңірдегі халықтың жалпы өлім-жітімі көрсеткіштерінің серпіні. Сондай-ақ күрделі кеңістіктік ара қатынас түрінде балалардың туа біткен аномалиялармен сырқаттанушылығының көміртегі тотығы мен шаңның ең жоғары концентрациясына тәуелділігі.

Түйінді сөздер:. Әсерді бағалау,сырқаттанушылықтың тәуелділік моделі, ластаушы заттар, табиғи орта, туа біткен аномалия.

UDC 556.314; 574.5

[1]Zh.T. Tleuova, [2]M.A. Mukhamedzhanov
([1]Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
E-mail: zh.tleuova@satbayev.university)
([2]Satbayev University, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
E-mail: muratmukhamtd09@rambler.ru)

EVALUATION OF CONDITIONS FORMATION OF GROUNDWATER RESOURCES IN THE SOUTH KAZAKHSTAN ON CONDITIONS CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC CHANGES

Abstract. The article discusses the conditions for the formation of groundwater resources and the anthropogenic impact on groundwater in the context of climate change, which led to the pollution of groundwater in Southern Kazakhstan. Anthropogenic impact on groundwater has been particularly noticeable in this century due to the development and intensification of industry and agriculture, the growth of cities and the expansion of urban areas. Intensification of technogenic impact on the resource potential of groundwater and associated ecosystems lead to progressive deterioration of ecological and hydrogeological conditions in Kazakhstan. This is primarily due to the depletion of groundwater resources, the formation of depression cones and backwater areas of water, pollution of groundwater, significantly affecting the environment and human environment.

Keywords: anthropogenic impacts, groundwater pollution, climate change, exploitation of groundwater.

[1]Ж.Т.Тлеуова, [2]М.А. Мухамеджанов
([1]Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: zh.tleuova@satbayev.university)
([2]Satbayev University, Институт гидрогеологии и геоэкологии
им. У.М. Ахмедсафина, Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: muratmukhamtd09@rambler.ru)

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы об условиях формирования ресурсов подземных вод и антропогенное воздействие на подземные воды в условиях климатических изменений, что привело загрязнению подземных вод Южного Казахстана. Антропогенное влияние на подземные воды стало особенно ощутимым в

текущем столетии в связи с развитием и интенсификацией промышленности и сельского хозяйства, ростом крупных городов и расширением урбанизированных территорий. Интенсификация техногенной нагрузки на ресурсный потенциал подземных вод и связанные с ними экосистемы ведут к прогрессирующему ухудшению эколого-гидрогеологических условий в Казахстане. Это связано прежде всего с истощением ресурсов подземных вод, образованием депрессионных воронок и зон подпора вод, загрязнением подземных вод, что существенно влияющим на окружающую природную среду и среду обитания человека.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, загрязнение подземных вод, климатические изменения, эксплуатация подземных вод.

*Изменение природных гидрогеологических условий.*Значительные изменения естественных гидрогеологических условий происходят при эксплуатации подземных вод для целей водоснабжения, орошения, обводнения пастбищ - происходит истощение водоносных горизонтов, т.е. срабатываются запасы подземных вод вышележащих и смежных горизонтов и образуются обширные депрессионные воронки, изменяются гидрогеологические условия в нефтегазоводоносных горизонтах при разработке с поддержанием пластового давления, что способствует проникновению в верхние водоносные горизонты агрессивных нефтегазовых флюидов, загрязняются подземные и поверхностные воды и изменяется химический состав подземных вод месторождений. Так, на нефтепромыслах Южно-Эмбинского нефтегазодобывающего комплекса попутно извлекается порядка 18 - 20 млн. $м^3$ пластовых вод, из которых только около 30% обратно закачиваются в нефтеносные пласты для поддержания пластового давления, остальные сбрасываются в близлежащие соровые впадины, что приводит к увеличению засоленности окружающей территории и, как следствие, выведению пастбищных площадей из оборота[1].

Существенно изменяются гидрогеологические условия на площадях орошаемых земель: изменяется водно-солевой баланс зоны орошения, происходит повышение уровня подземных вод, что способствует процессам подтопления, происходит загрязнение подземных вод токсичными веществами удобрений и ядохимикатов, т.е. изменяется их гидрохимический режим; имеет место (широкое) засоление земель, которое является основным бичом орошаемого земледелия и одним из важных негативных факторов влияния на геологическую среду. Существенное влияние на гидрогеологическую обстановку оказывает также неконтролируемый самоизлив скважин на значительных площадях ряда регионов, приводящий к образованию обширных по площади депрессионных воронок, следствием чего является снижение уровней подземных вод. Другой разновидностью антропогенеза естественного режима подземных вод является повышение их уровней, сопровождающееся подтоплением различных сооружений и имеющее при этом более обширный по площади распространения характер. Подтопление связано, как правило, с паводковыми явлениями и половодьями и имеет кратковременный характер, его воздействие влечет за собой изменение ландшафтов: переувлажнение земель, заболачивание, угнетение естественной растительности и другое [2].

Районирование территории Казахстана по условиям залегания уровня грунтовых вод и степени его влияния на окружающую среду позволяет выделить три категории земель (Рис. 1) [3].

1. Дренированные и сильно дренированные территории с расчлененностью рельефа >50 м и преобладающей глубиной залегания грунтовых вод более 3-5, реже 10 м. Эти территории занимают 15-20% площади республики и располагаются преимущественно в Центрально-Казахстанском мелкосопочнике, Мугоджарах и горных системах орогенного пояса Восточного и Юго-Восточного Казахстана.

2. Концевые части основных речных бассейнов Казахстана, представленные дельтовыми образованиями, а также пойменными частями речных долин, многочисленными озерными системами и водохранилищами. Эти территории периодически затапливаются речными водами в периоды половодий и паводков, а уровень грунтовых вод большую часть года находится на глубине менее 2 м, глубина расчленения рельефа менее 5 м.

3. Слабо- и среднедренированные территории с расчлененностью рельефа <50 м и глубиной залегания уровня грунтовых вод 3-5 м. Эти территории в геоморфологическим отношении тяготеют к юго-западной части Прикаспийской равнины - его песчаным равнинам, Урало-Эмбинскому денудационному плато, центральной части Мангистауской равнины, хребтам Каратау, большей части Примугоджарского мелкосопочника, южной части Торгайской столовой равнины и Северному Приаралью, восточной части Приаральской структурно-денудационно-аккумулятивной равнины, денудационной равнине Казахского мелкосопочника, северной и южной частям Шу-Сарысуской денудационно-аккумулятивной равнины; западной, южной и восточной частям Сырдарьинской аккумулятивной равнины и большей части Балкаш-Алакольской равнины[4].

С позиций антропоцентризма следует выделить ряд степеней территориальной нарушенности ландшафтов, экосистем и соответствующих им зон [5]:

- экологического благополучия - в этом случае состояние природных комплексов близко к естественному их функционированию;

- экологического риска - наблюдается фиксируемое изменение естественных свойств природных комплексов, приводящее к негативным последствиям;

- экологического кризиса - изменение свойств природных комплексов представляет угрозу для хозяйственной деятельности и здоровья человека;

- экологического бедствия - в этом случае негативные изменения приводят к нарушению хозяйственной деятельности и заболеваемости людей;

- экологической катастрофы - негативные изменения приводят к невозможности ведения хозяйственной деятельности и проживания человека;

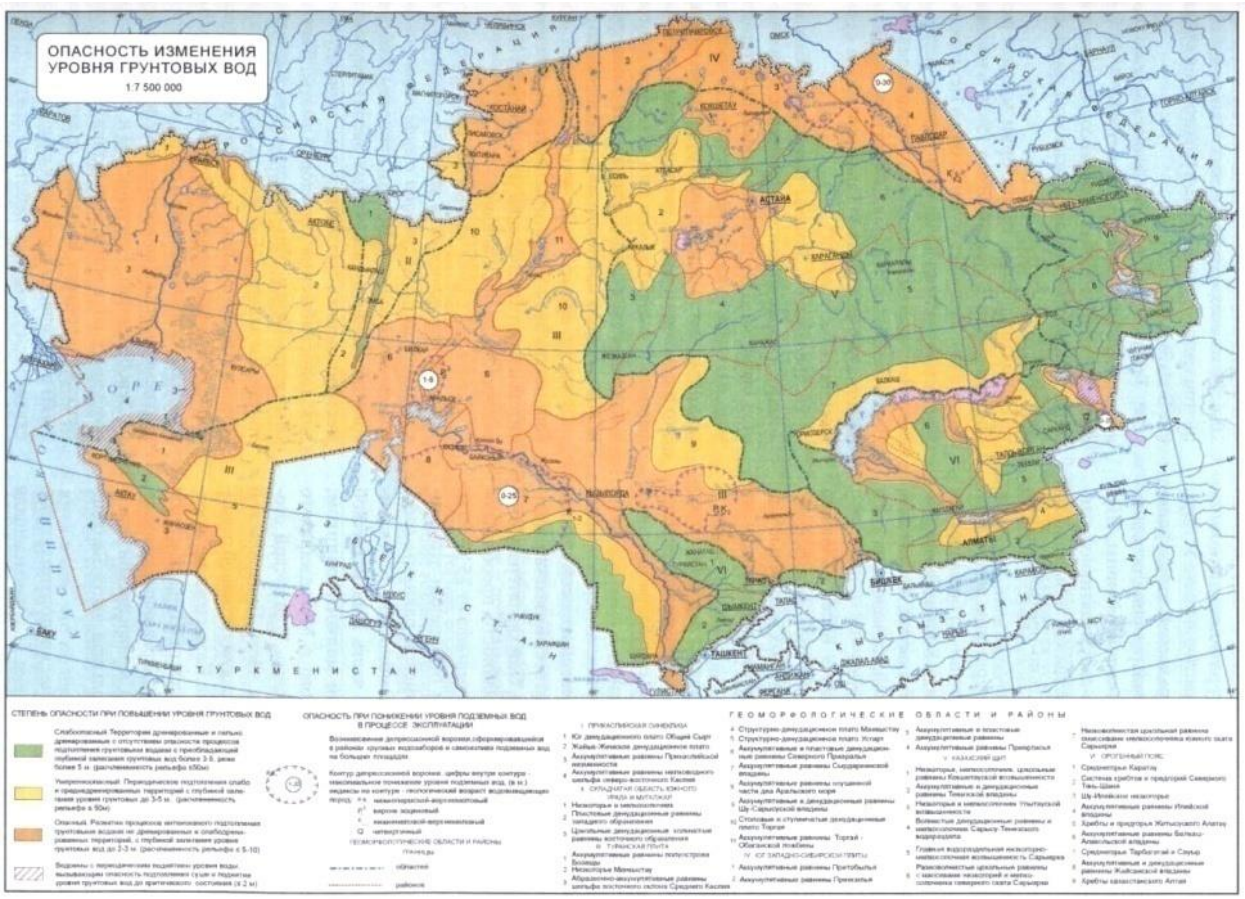


Рис. 1. Опасность изменения уровня грунтовых вод

Во всех регионально выраженных категориях антропогенеза земель Казахстана существуют локальные участки различного микро-, мезо- и макроантропогенного масштаба по площади и интенсивности техногенного воздействия на природные экосистемы, сопровождающиеся нарушениями водно-солевого и гидрохимического режима подземной гидросферы.

Влияние загрязнения. Подземные воды на территории Казахстана находятся в самых разнообразных гидрогеологических условиях и подвергаются мощному антропогенному воздействию. Прежде всего это проявляется в их загрязнении. Основными источниками загрязнения подземных вод являются газообразные, жидкие и твердые вещества и отходы производства промышленных предприятий горно- и нефтегазодобывающих комплексов, сельскохозяйственных объектов, городов и крупных населенных пунктов, крупных свалок промышленных, хозбытовых и радиоактивных отходов и др. Экологическая обстановка в Южном Казахстане остается неблагополучной, а загрязнение природной среды − высоким.Наиболее крупные очаги загрязнения наблюдаются вблизи предприятий, сбрасывающих промышленные отходы и сточные воды на земную поверхность или в речную сеть без предварительной их очистки – в 2016 году общий объем сброса сточных вод в речную сеть составил 5,9 км^3/год, в том числе 0,131 км^3/год (2,25%) – неочищенных

[6]. Существующие в Казахстане технологии переработки сырья по выходу отходов (на единицу продукции) уступают передовым зарубежным аналогам.

В последние годы количество выявленных и потенциальных источников загрязнения остается практически неизменным, что обусловлено экономическим спадом в республике, снижением роста промышленного и сельскохозяйственного производства и связанным с этими процессами снижением сброса массы загрязняющих веществ и объемов сточных вод. Основу современной промышленности страны составляют наиболее опасные для окружающей среды предприятия металлургической, топливно-энергетической и горнодобывающей отраслей. На их долю приходится 88,5% всех выбросов в окружающую среду. В Южном Казахстане наиболее крупные очаги загрязнения подземных вод сформировались в пределах Каратауского (Южно-Казахстанского) горнодобывающих комплексов, а также в Алматинском регионе.

По результатам мониторинга в районе крупных городов выявлены участки загрязнения подземных вод в зоне влияния отдельных месторождений. Вблизи таких загрязнителей наблюдаются крупные ореолы загрязнения подземных вод, приводящие к выходу из строя целых водозаборов подземных вод или их участков. Основными критериями качества природных вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для источников хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного водопользования[7].

В зависимости от размеров источника загрязнения и количества поступающих в водоносный горизонт токсичных веществ, масштабы загрязнения изменяются в весьма широких пределах.

Таблица 1. **Распределение источников и участков загрязнения подземных вод и обеспеченность их наблюдательной сетью по Южному Казахстану.**

Административная область	Количество потенциальных источников загрязнения подземных вод	Количество выявленных участков загрязнения подземных вод		
		всего	обсле-дованные в 2015 г.	имеющие наблюдательную сеть
Алматинская	103	10	10	10
Жамбылская	19	16	15	16
Кызылординская	11	3	2	2
Туркестанская	29	17	3	17
Всего по ЮКО:	162	46	30	45

Чрезвычайно опасная степень загрязнения месторождений питьевых подземных вод, связанная с промышленным техногенезом, характерна для Жайык-Каспийского, Есильского, Нура-Сарысуского, Шу-Таласского и Ертисского водохозяйственных бассейнов (Рис. 2). Характерна также приуроченность к этим бассейнам загрязнения подземных вод веществами 1 класса опасности: ртутью и бериллием.По Казахстану отмечается также площадное загрязнение подземных вод нефтепродуктами на территориях практически всех нефтегазодобывающих комплексов. Кроме этого, на участках нефтедобычи установлено загрязнение подземных вод радионуклидами[9].

Основные ареалы техногенного радиоактивного загрязнения подземных вод отмечаются на Семипалатинском ядерном полигоне и в зоне его влияния, в местах проведения мирных ядерных взрывов (в том числе так называемый «Азгирский след» в Северном Прикаспии), на участках захоронения и складирования радиоактивных отходов (особенно на территориях Кокшетауского, Кенгир-Акбакайского и Чиганак-Аксуекского горнодобывающих комплексов), в районах разрабатываемых урановых месторождений, особенно методом подземного выщелачивания (на территории Шу-Сарысуского горнодобывающего комплекса – разрабатываемые месторождения урана Уванас, Канжуган, Мынкудук и Моинкум). Большая часть очагов загрязнения формируется в промышленных районах – 181, на сельскохозяйственных и коммунальных объектах – 47 и 26 соответственно[10].

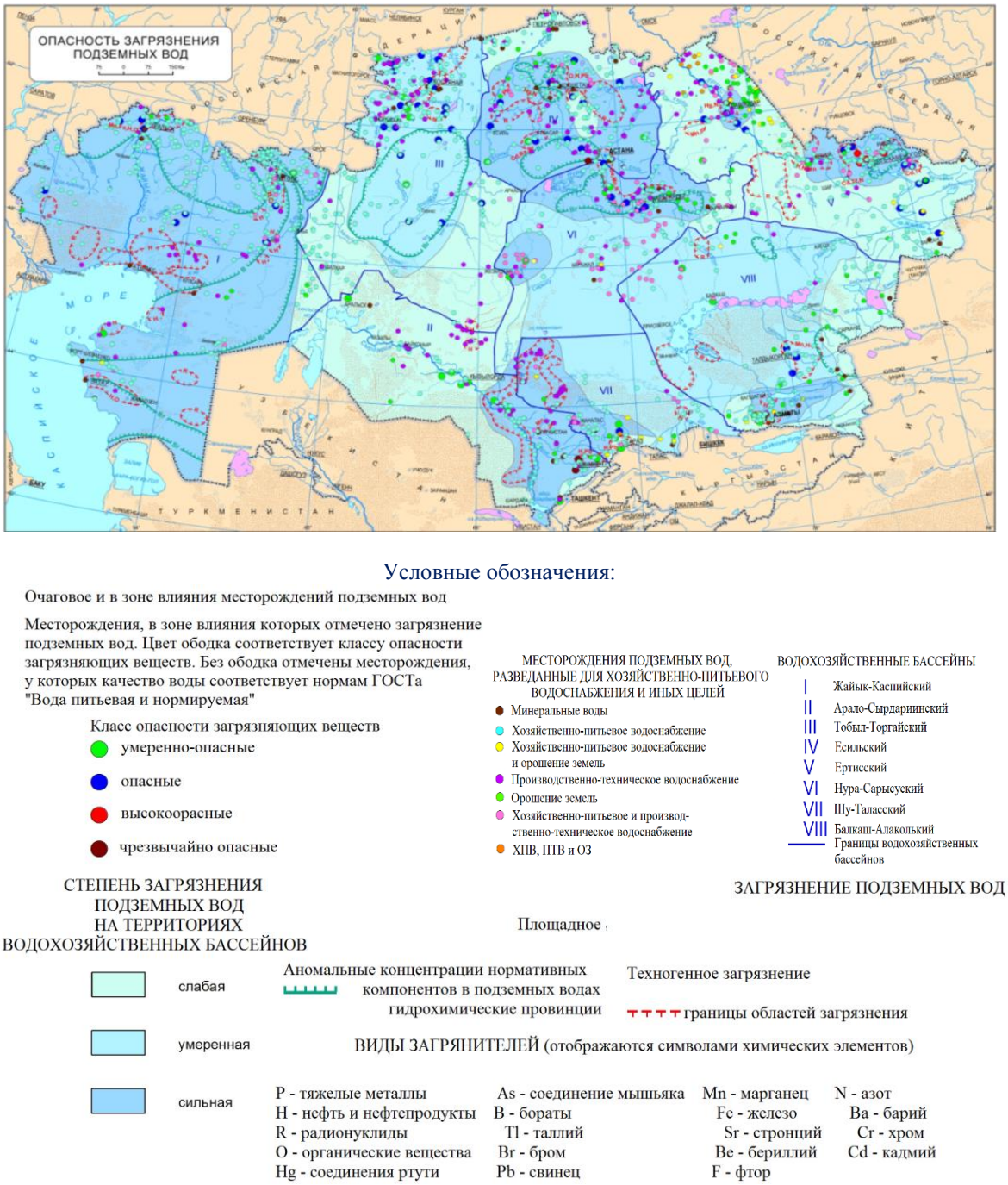


Рис. 2. Карта загрязнения подземных вод Казахстана

Рассмотрим теперь экологическое состояние подземных вод в разрезе по регионам Южного Казахстана . Ниже приводится современное (2015-2017 гг.) состояние и уровень загрязнения подземных вод Южного Казахстана.

Алматинская область. На территории области 103 потенциальных источника загрязнения и 10 выявленных участков загрязнения подземных вод. Загрязнения подземных вод на территории региона характеризуются как опасные, умеренно опасные и допустимые. Наиболее интенсивное техногенное воздействие на геологическую среду оказывает крупнейший в области Алматинский промышленный район с самым крупным городом Казахстана – Алматы (около 1,8 млн. жителей) с многочисленными промышленными предприятиями, городскими свалками бытовых и промышленных отходов, золоотвалами, накопителями сточных вод, полями фильтрации и др.

В Алматинской области в эксплуатации находятся 24 МПВ. Из них 11 МПВ подвержены опасной (7) и умеренно опасной (4) степени загрязнения. Опасные загрязняющие вещества содержат

подземные воды Алматинского МПВ (конус выноса), используемого для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Алматы (утвержденные запасы – 695,0 тыс. м^3/сут, водоотбор – 282,0 тыс. м^3/сут): кадмий – до 10 ПДК, марганец – 7-14 ПДК, ртуть – 1-2 ПДК, фенолы – 6 ПДК, бром – 2-5 ПДК, нефтепродукты – 3-5 ПДК, нитраты – до 4 ПДК. В пределах месторождения наибольшую опасность представляют промышленные предприятия, расположенные в ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, Первомайская нефтебаза, отстойники и накопители сточных вод, Аватская и Алматинская птицефабрики. Большая часть источников загрязнения сконцентрирована в северо-западной части месторождения, где в подземных водах установлено загрязнение тяжёлыми металлами, фенолами, нитратами, фтором, бромом, нефтепродуктами. На Алматинском МПВ загрязнены верхние водоносные горизонты - до глубины 100,0 м и более[5].

Установленными очагами загрязнения месторождений подземных вод являются, в первую очередь, поля фильтрации городов Алматы, Талдыкоргана, Уштобе, Жаркента, Капшагая, Каскелена, Талгара, поселков городского типа Фабричный, Шемолган, Узунагаш, Шилик, Чунджа, Маловодное, Тургень, Каракемир, Мирный, Алексеевка, Ават, Энергетический, Таран и др. Кроме этого, подземные воды месторождений загрязняют хвостохранилища обогатительных фабрик рудников Коксу и Текели, поля фильтрации и отстойники Уштобинского мясокомбината, Саркандского сыроваренного завода, Капальского маслозавода, Талдыкорганского и Кировского сахарных заводов, Развильненского маслозавода.

Жамбылская область. В области для хозяйственно-питьевых и комплексных целей разведано 32 месторождения подземных вод, 6 из которых подвержены загрязнению. Наиболее ощутимое загрязнение подземных вод отмечается на территории Талас-Ассинского междуречья, где сосредоточены основные промышленные предприятия и разведаны и эксплуатируются наиболее крупные месторождения подземных вод (Талас-Ассинское – южная часть, Северо-Талас-Ассинское, Жуалынское, Предпесковое и Бийликольское), созданы крупные концентрированные водозаборы. В подземных водах этих месторождений зарегистрирован фтор с максимальным содержанием 3-8,2 ПДК, кроме этого установлен ряд компонентов в высоких концентрациях: сульфаты – 1,5-3 ПДК, аммоний – 3-5 ПДК, жесткость – 3-4 ПДК, минерализация – 2,0-2,5 ПДК. Местами подземные воды содержат нитраты и нитриты до 1,7 ПДК, а вблизи полей фильтрации и сахарных заводов появляются хлориды – до 2 ПДК и СПАВ – до 4 ПДК. Степень опасности загрязнения подземных вод этих месторождений умеренно опасная и, местами, опасная. Кроме Талас-Ассинского междуречья, загрязненные промстоки создают угрозу загрязнения расположенным ниже по потоку Ассинскому, Бийликольскому и Шу-Новотроицкому месторождениям подземных вод, которые являются основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения райцентра Асса и г.Каратау. Степень опасности загрязнения подземных вод этих месторождений умеренно опасная, а Шу-Новотроицкого – допустимая.

Кызылординская область. В Кызылординской области разведано для хозяйственно-питьевых целей 18 месторождений подземных вод, 14 из которых введены в промышленную эксплуатацию. По данным режимных наблюдений, на семи эксплуатируемых месторождениях отмечается увеличение минерализации воды. Так, на Теренозекском МПВ минерализация подземных вод возросла к настоящему времени с 1,3 до 1,43 г/л, на Кызылординском – с 1,1 до 1,5 г/л, на Кармакчинском – с 1,53-1,6 до 1,65-1,8 г/л, на Рисоводческом – с 1,3-1,6 до 1,65-1,8 г/л, на МПВ Шалкия – с 0,6-1 до 0,7-1,1 г/л, на Сарыбулакском – с 1,5-3 до 2-3,3 г/л, на Кувандарьинском – с 1,2-1,4 до 1,45-1,6 г/л. Степень загрязнения подземных вод этих месторождений умеренно опасная. Отмечено загрязнение подземных вод верхнего водоносного горизонта в пределах Торангылысайского месторождения (не эксплуатируется) и освоенного Кызылординского. Для первого загрязнение подземных вод происходит от орошаемых массивов, расположенных вблизи месторождения, для второго - за счет подтягивания некондиционных вод р. Сырдарьи.

Туркестанская область. По области выявлено 29 потенциальных загрязнителей подземных вод. Это накопители твердых отходов: шламонакопители АО «Фосфор», золоотвалы ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 г. Шымкента, хвостохранилища обогатительных фабрик рудников Байжансай и Ачисай; накопители жидких отходов: пруды-испарители Шымкентского свинцового, фосфорного, нефтеперерабатывающего, химико-фармацевтического заводов; поля фильтрации г.Шымкента, г.Кентау, Шымкентской ПТФ, пос.Желанды, Састюбинского цементногозавода, нефтебазы г. Шымкента, с.Белые Воды, с.Манкент.В Туркестанской области для хозяйственно-питьевых и комплексных целей разведано 25 месторождений подземных вод, 21 из которых введены в промышленное освоение для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Загрязнение подземных вод

выявлено только на 3 месторождениях. В пределах *Абайского* МПВ в широких пределах изменяется минерализация подземных вод – от 0,4-0,5 до 1,93-2,16 г/л, что в 1,9-2,1 раза превышает ПДК. На площади *Бадам-Сайрамского* месторождения установлены крупные источники загрязнения подземных вод – АО «Фосфор», ШНОС и областная нефтебаза. Так, в районе АО «Фосфор» рост минерализации подземных вод составляет в среднем 0,14 г/л в год (от 0,5 г/л в 1988г. до 1,2 г/л в 1992 г.), жесткость достигает 1,8 ПДК, перманганатная окисляемость в 17 раз выше фона. Более мелкими выявленными источниками загрязнения являются гидролизный завод, гормолзавод, мясокомбинат, цементный завод. Водозаборы Бадам-Сайрамского месторождения загрязнены следующими компонентами: нитраты – 1,1-1,3 ПДК, железо – 4,2 ПДК, ртуть – 3 ПДК, фосфаты – 2,5 ПДК. Возможными (потенциальными) источниками загрязнения подземных вод главного водозабора являются ТЭЦ-3, асбестошиферный завод, консервный завод, мелькомбинат, каракулевый завод, завод электромонтажных изделий, животноводческие комплексы. Основными загрязняющими компонентами подземных вод главного водозабора, превышающими ПДК, являются железо (6-20 ПДК), нитраты, окисляемость (1-1,8 ПДК) и жёсткость (2-2,2 ПДК). При обработке урановых месторождений Уванас, Канжуган, Мынкудук в Бетпак-Дале методом подземного выщелачивания происходит загрязнение подземных вод как радионуклидами, так и тяжелыми металлами в радиусе нескольких километров от месторождений. Здесь отмечено повышенное содержание свинца, полония, радона[4].

Наиболее экологически неблагополучными областями Казахстана по уровню загрязнения являются Жамбылская, Кызылординская, Туркестанскаяи Алматинская области, составляющие 52,2% площади Республики (Рис.2). Наибольшие изменения условий формирования подземных вод Южного Казахстана связаны с антропогенным воздействием на режим поверхностного стока вследствие его регулирования в бассейнах реки их более мелких притоков. Соотношение прироста и уменьшения ресурсов подземных вод зависит от геоморфологических условий конкретной территории и может значительно варьировать. Важными факторами изменения условий формирования подземных вод Южного Казахстана является изменение температурного режима территории и антропогенное загрязнение подземных вод.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мустафаев С.Т., Смоляр В.А., Буров Б.В. Опасные геологические процессы на территории Юго-Восточного Казахстана. – Алматы: НИЦ «Ғылым». 2008. – 258 с.

[2] Еремин С.А. Иммуннохимические методы определения пестицидов/ Экоаналитика 2016. Мат-лы Межд. Конф. С.55-56

[3] Воронцов А. И., Николаевская Н. Г. Вопросы экологии и охраны водной среды. - М.: Инфра-М, 2011. − 98 с.

[4] Отчет о НИР №BR05236664 «Научно-методическое и геоинформационно-аналитическое обеспечение рационального использования и охраны подземных вод Республики Казахстан в условиях климатических и антропогенных изменений», 2018 г.

[5] Белоусова А.П., Гавич И.К., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Экологическая гидрогеология: Учебник для вузов, - М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 397 с.

[6] Димакова Н.А., Шарапов Р.В. Проблема загрязнения подземных вод// Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 2. – С. 79-82;

[7] Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие. - М.: Прогресс-Традиция, 2010. – 233 с.

[8]Ресурсы подземных вод. Руководство по социально-устойчивому использованию подземных вод для органов управления водным хозяйством. UNESCO. Под.ред. Стивена Фостера и Дэниела П.Лукаса. IHP–VI, серия по подземным водам №10.Париж, 2006. – 39стр.

[9] Исмагилов Р. Р. Проблемы загрязнения водной среды и пути их решения // Молодой ученый. − 2012. − №11. С. 127-129.

[10] Амелин В.Г., Андоралов А.М. Идентификация и определение неоникотиноидных инсектицидов в воде без пробоподготовки методом жидкостной хроматографии с квадруполь – времяпролетным масспектрометрическим детектором./Экоаналитика 2016. Материалы Междунродной Конференции стр. 5

Тлеуова Ж.Т., Мұхамеджанов М.А.

Антропогендік және климаттық өзгеріс жағдайларында оңтүстік қазақстанның жерасты суларының қалыптасу шарттарын бағалау

Түйіндеме. Мақалада жерасты суларының қалыптасу шарттары және жерасты суларына антропогендік әсер етуі мен климаттың өзгеруі жағдайында Қазақстанның оңтүстігінде жерасты суларының ластануына әкеліп соққан мәселелер қарастырылады. Жерасты суларына антропогендік әсер осы ғасырда өнеркәсіп пен

ауыл шаруашылығының дамуы мен қарқындылығына, ірі қалалардың өсуіне және урбанизацияланған аумақтардың кеңеюіне байланысты ерекше байқалады. Жер асты суларының және онымен байланысты экожүйелердің техногендік жүктемесінің күшеюі Қазақстандағы экологиялық және гидрогеологиялық жағдайдың біртіндеп нашарлауына әкеледі. Бұл, ең алдымен, жерасты сулары ресурстарының сарқылуымен, депрессиялық шұңқырлар мен судың тіреме аудандарымен, жерасты суларының ластануымен байланысты, яғни табиғи ортаға және адам өмір сүретін ортаға айтарлықтай әсер етеді.

Түйін сөздер: антропогендік әсер, жерасты суларының ластануы, климаттың өзгеруі, жерасты суларын пайдалану.

ф579.262

[1]M.M. Dauletbaeva, [1]O.A. Zubova, [2]S.M. Jamilova, [1]A.O. Abdrakhimova
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
[2]Abay Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty
e-mail: marjandmm19@gmail.com)

FEATURES OF DISTRIBUTION OF ENDOMYCORRHIZAL FUNGI IN THE SOIL

Abstract. Microorganisms are widespread in the soil. They are classified as species that have a positive or negative impact on plant life. One of them is endomycorrhizal fungi, which make plants symbiotic alive and improve their life activity. Endomycorrhizal fungi dissolve slowly soluble substances in the soil, give a plant appearance and increase the resistance of plants to environmental factors, i.e. stimulate vital activity. There are different views among scientists on the distribution of endomycorrhizal fungi in the soil. Representatives of one group of scientists believe that the highest concentration of mycorrhizal fungi in fertile soils, and the second group is of the opinion about the distribution in non-fertile soils. Therefore, the analytical work is intended to determine the extent of distribution of endomycorrhizal fungi depending on the type of soil.

Key words: soil, endomycorrhizal fungi.

[1]М.М. Даулетбаева, [1]О.А.Зубова, [2]С.М.Джамилова, [1]А.О.Абдрахимова
([1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы
[2]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы
e-mail: marjandmm19@gmail.com)

ЭНДОМИКОРИЗАЛЫҚ САҢЫРАУҚҰЛАҚТАРДЫҢ ТОПЫРАҚТА ТАРАЛУ ЕРЕКШЕЛІГІ

Аннотация. Топырақта микроағзалар кең таралған. Олар өсімдіктердің тіршілігіне оң немесе теріс әсер ететін түрлер болып жіктеледі. Соның бірі эндомикоризалық саңырауқұлақтар, олар өсімдіктермен симбиоздық тірішілік етеді де олардың тіршілігін жақсартады. Эндомикоризалы саңырауқұлақтар топырақта баяу еритін заттарды ерітіп, өсімдік алатын түрге келтіреді және өсімдіктің экологиялық факторларға толеранттылығын арттырады, яғни тіршілігін ынталандырады. Негізінен эндомикоризалы саңырауқұлақтардың топырақта таралуы бойынша ғалымдардың арасында әр түрлі көзқарастар бар. Ғалымдардың бір тобы микоризалы саңырауқұлақтардың құнарлы топырақта таралуы дәрежесі жоғары десе, екінші тоб олар құнарсыз топырақтар таралып, өсімдіктің өсуіне демеу көрсетеді деген пікірде. Сондықтан талдау жұмысы топырақтың түріне байланысты эндомикоризалық саңырауқұлақтардың таралу дәрежесін анықтауға арналған.

Кілт сөздері: топырақ, эндомикориза саңырауқұлақтары.

Микориза саңырауқұлақтары топырақта гифтер түрінде таралады. Олар табиғаты бойынша эндо және эктомикориза саңырауқұлақтары деп бөлінеді. Шөптесін өсімдіктермен селбесіп тіршілік ететіні эндомикориза саңырауқұлақтары. Микориза саңырауқұлағының мицелиі тамырды қоршап өсімдіктің нағыз жапырағы шыққан кезеңінен бастап өсімдіктің тамырына еніп, симбиоздық байланыста тіршілік етеді. Өсімдіктің топырақта баяу еритін фосфат, алюминий, темірді т.б. қоректік заттарды алуына мүмкіндік жасай отырып, өсімдіктің өсуіне жағымды әсер етеді [1]. Микориза саңырауқұлақтарының топырақта таралуын өсімдік тамырларында ену мүмкіндігімен бағаланады.

Сондықтан топырақта таралу мүмкіндігі әр түрлі экологиялық орталарда өскен өсімдіктерде кездесу дәрежесімен көрсетіледі.

Биогеоценозда микосимбиотрофизм топырақ ылғалдылығы, аэрация және топырақтың гумус мөлшері т.б. физикалық-эдафикалық факторларға байланысты келеді. Сондықтан микоризалық саңырауқұлақтардың топырақта кездесу жиілігі туралы зерттеушілер арасында әр түрлі көзқарастар бар.

Соның бірі микориза саңырақұлақтарының топырақ қабаттарында таралу ерекшелігі. Көптеген талдау жұмыстарының мағлұматтары бойынша олар топырақтың үстіңгі бөлігінде көп шоғырланады. Себебі өсімдіктің жер бетіне жақын бірінші дәрежелі, яғни ұсақ тамырларында микотрофтылық дәреже жоғары. Ал бақша өсімдіктерінің тамырына микоризаның жұғу дәрежесі негізінен топырақтың үстіңгі бөлігінде мол, ал төменгі қабатында сирек кездеседі. Құнарлы топырақтың 0-30 см қабатынының 100 г топырағында микориза саңырауқұлақтары спораларының саны 80-385 дана, ал шымды-күлгін топырақтың жыртылған қабатында 335-390 шамасында болады.

Соңғы кездегі зерттеулер көрсетулеріне қарағанда арбускулалы микоризалы саңырауқұлақтардың экологиялық жағдайы әр түрлі орталарда табылған. Жапонияның Усу вулканының аймағындағы *Populus maximowiczii, Salix hultenii var.angusifolia* және *S.sachalinensis* т.б. өсімдіктер ассосиациясы эндомикориза саңырауқұлақтардың 15 түрімен селбесіп тіршілік жасайды. Бұл экологиялық жағдайы төмен аудандарда да өсімдіктердің микоризалық саңырауқұлақтармен симбиоздық қатынаста болатынын көрсетеді [2].

Климат жағдайы да микориза саңырақұлақтарының таралауына ықпал етеді. Көп уақытқа дейін микориза саңырауқұлақтары климаты қатаң аймақтарда таралмаған деп есептелген. Ал субантарктикадағы Хёд құрлығында өсетін 12 талшықты өсімдіктердің 9-ның везикулалы микоризаның бірнеше түрі табылған. Қоректік ортасының шегіне байланысты микориза дәрежесі құбылып отырады. Осыған қарағанда микоризалық саңырауқұлақтардың таралу ауданы кең деуге болады.

Бразилияның атлантикалық жаңбырлы орманында өсетін *Bromeliaceae* тұқымдасының эпифиттік, тасты жерде және топырақта өсетін 13-түрі *Nidularium procerum*-де микориза саңырауқұлағымен симбиозды өмір сүреді. Бұл ылғалдылығы жоғары орталарда да өсімдіктер микоризалық саңырақұлақпен симбиоздық байланыста тіршілік ететінін көрсетеді [3].

Жыл мезгілі бойынша микоризаның саны және кездесу жиілігіне өзгеріп отырады. Қыс мезгілінде оның жоғарғы шегі 386 данаға жеткен. Қарағайдың вегетациялық кезеңдерінде де микориза түзілу дәрежесі мамыр-маусым, тамыз-қыркүйекте жоғары, ал өзгеріссіз тұрақты қалатын уақыты тек жаз айының ортасы [4].

Микориза түзілу үдерісіне әсер ететін негізгі экологиялық фактор-өсімдік өскен ортасының су-ауа режимі болып табылады. Арбускулалы-микориза саңырауқұлақтары көбіне ылғалды ортада таралады. Бірақ, орта ылғалдылығының мөлшеріне байланысты микоризалық саңырақұлақтардың түзілу мүмкіндігі түрліше келеді. Топырақтың ылғалдылығының 60-80% болуы микоризалық саңырауқұлақтардың санының азаюына әкеліп, бидайдың өсуін тежейді. Ал топырақтың 45% ылғалдылығы миоризалық саңырауқұлақтардың көбеюін туындатып, өсімдіктің жақсы өсуіне әсер етеді. Өсімдіктерде микоризалық саңырауқұлақтардың кездесу мүмкіндігі туралы көптеген көзқарастар болды.

Сонымен қатар, жер асты суларының төмен орналасуы да микориза саңырауқұлақтары бар өсімдіктердің жер үсті биомассасының көп шоғырлануына әкеледі, бірақ топырақтың мөлшерден тыс ылғалмен қанығуынан олардың саны азая түседі. Батпақты жердегі қалтагүл, сарғалдақтың өсімдіктерінің тамырларында микориза саңырауқұлағы кездеспейді немесе кездескен жағдайда олар өте аз мөлшерде болады [5].

Микоризалық саңырауқұлақтар фитоценозда географиялық таралуына қарай да ерекшеленеді. Кавказ Мемлекеттік қорығындағы Эльбурс баурайындағы тау өсімдігінің 80%-да микорза саңырауқұлақтары бар. Орман белдеулерінде жарықтың түсу мүмкіндігінің әр түрлі болуынан өсімдіктердің микотрофтылық деңгейі де алуан түрлі келеді. Қалыпты мөлшерде болған жарықтан орман фитоценозындағы өсімдіктердің микотрофтылығы жоғары келсе, таудың ағашты өсімдіктер өсетін бөлігінде ол көрсеткіш орташа, ал шалғындықтардағы микотрофтылық орташа деңгейде, кейде аз мөлшерде кездеседі.

Сондықтан, жоғары микотрофтылық су-ауа режимі қолайлы жерлердегі қаражидек пен шөптесін өсімдіктерде жоғары болып, ал топырақтың ылғалдылығы мөлшерден артық немесе өте аз жерлерде микориза саңырауқұлақтары төменгі мөлшерде кездеседі, кейбір жерлерде тіпті болмайды.

Сирек және аралас орманның өсімдіктерінде микотрофтылық дәрежесі орташа немесе жоғары деңгейде болады [6].

Зерттеушілердің пікірі бойынша Қазақстан Республикасының шөлді аймағындағы құнары аз топырақта өсімдіктердің микотрофтылығы төменгі деңгейде болады.

Микоризалық саңырауқұлақтардың әр түрлі экологиялық ортада өсетін өсімдіктерде кездесу мүмкіндігіне қарай зерттеушілер арасында әр түрлі пікірлер болды. Соның бірі, микоризалық саңырауқұлақтар жылжымалы құмдардағы, тұзды топырақтағы, тақырлы жерлер өсімдіктерінде кездеспейді және петрофит өсімдіктерінде микориза мүлдем байқалмайды деген пікір [7].

Дегенмен, Түркияның оңтүстік Жерорта теңізі жағалауындағы құмды төбелерінде өсетін 30 жуық псаммофитті өсімдіктердің 54 түрі микориза ассосациясын құрайды. Микоризалық саңырауқұлақтары бар өсімдіктер түрлерінің саны құмды төбенің тұрақтылық деңгейіне байланысты өскен. Жылжымалы төбелерде микоризаның колониясы, ал жылжымайтын төбелерде фанерофиттердің арбускулалы микориза және эктомикориза колониялары доминантты келген. Осыған байланысты келесі бір топ ғалымдарының тұжырымы бойынша өсімдік өскен ортасында су тапшы болғанда микориза саңырауқұлақтарының көмегімен суды жеңіл сіңіріп, шөлге толеренттылығы артады.

Зерттеу әдістері.

Дүние жүзі бойынша микоризалық саңырауқұлақтарды жан-жақты зерттеуге көп көңіл бөлінуде. Бұл ауылшаруашылығы өсімдіктерінің экологиялық факторларға төзімділігін арттыру мен таза экологиялық өнім алуда тиімді әдістің бірі болуы мүмкін. Себебі қазіргі таңда ауыл шаруашылық өсімдіктерін зақымдайтын зиянкестерге қарсы арбускулалы-микоризалық саңырауқұлақтарды пайдалану қажет деген ұсыныстар да бар [8]. Сондықтан зерттеу жұмысын микориза саңырақұлақтарының әртүрлі топырақта таралу мүмкіндігін анықтауға бағыттадық. Саңырақұлақтардың топырақта таралуын сол орта өсімдіктерінің микотрофтылық дәрежесі бойынша анықтадық. Өсімдіктер микотрофтылығын анықтау үшін И.С. Селиванов әдісі қолданылды. Препараттарды бояу үшін Л.И. Курсанов әдісі қолданылды [9]. заттық шыныда тамырлардан тұрақты препараттар дайындалады. Топырақ сипаттамалары Мирзадинов Р.А., Дуйсенбаев С.А. бойынша жасалды [10].

Зерттеу нәтижесі.

Оңтүстік-шығыс өңірінде карботаны аз күңгірт-күрең топырақ түрі кең таралған. Кейде күңгірт-күрең топырақ жайылымдық жерлерде 10-30% келеді. Бұл топырақтың түрі тау етегіндегі жазықтардың бетінде, тау баурайында әр түрлі аласа тауларда және бетегелі-бозды, жусанды, алуан түрлі шөптесін өсімдіктер мен бұталар өскен жерлерде түзіледі .

Мұнда топырақ түзуші жыныс сарғыш топырақты саз және сары топырақты, сонымен қатар элювиалді-делювиалді сазды шөгінділер және механикалық құрамы жеңіл сазды, кейде ұсақ тасты болып келеді.

А және B_1 қабатындағы топырақ қарашірігінің қалыңдығы 38 см құрайды. А қабаты, шамамен 14 см тереңдікте орналасқан, түсі күңгірт-күрең болады. Топырақ тұз қышқылының 10%-да қайнай бастайды. Түйіршігінің құрылымы үгілгіш келеді, соған байланысты әлсіз тығыздалған.

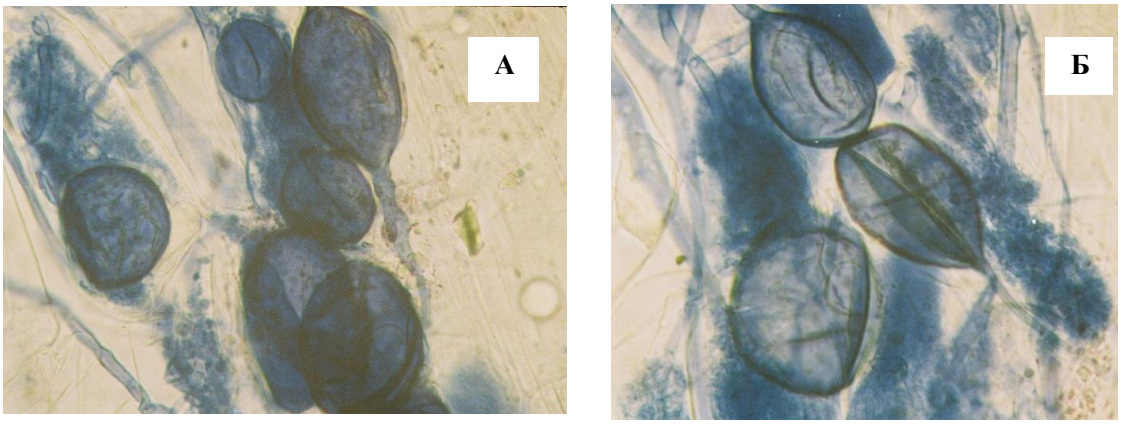
Оңтүстік-шығыста таралған күңгірт-күрең топырақтың А қабатындағы қара шіріктің мөлшері орташа сазды түрінде 3,25%-ды құрайды. B_1 қабатындағы қара шірік мөлшері біртіндеп 2,05% дейін төмендейді, ал B_2 қабатында 1,13%-ға дейін жетеді. А қабатындағы азоттың жалпы мөлшері 0,275%, жалпы фосфор 0,21%-ды құрайды. B_1 қабатындағы жалпы азоттың мөлшері 0,152% және жалпы фосфордікі 0,20%-ға дейін азаяды.

Оңтүстік аймақта нақты сұр топырақ таралған. Бұл тау етегіндегі автоморфты топырақ түріне жатады. Топырақ түзуші жыныстар сары топырақ және сарғыш саз. Топырақтың ерекшелігінің бірі ол топырақтың жоғарғы жағынан бастап тұз қышқылында қайнайды. Топырақтың пішіні біркелкі нақты сұр түсімен сипатталады. Ол топырақ түзуші жынысқа қарай қоңыр-сары түске ауысады. Құмайт топырақтың жоғарғы қабатындағы қарашірік 0,8-1,25%, ал сазды топырақта 1,2-2,2%-ды құрайды 4, 5 - кестелерде көрсетілген.

Қарашірік қабаты 15-18 см-ге жетеді де, бұл қабат нақты сұр түсті келеді. Структурасы түйіршікті, кесек болады.

А қабатының жылжымалы фосфоры 2,5%, B_1 қабатындағы көрсеткіші 0,4%, калий А қабатында 47,2%, B_1 қабатында 32,0, одан төменгі жатқан B_2 қабатында 23,3% шамасында болады.

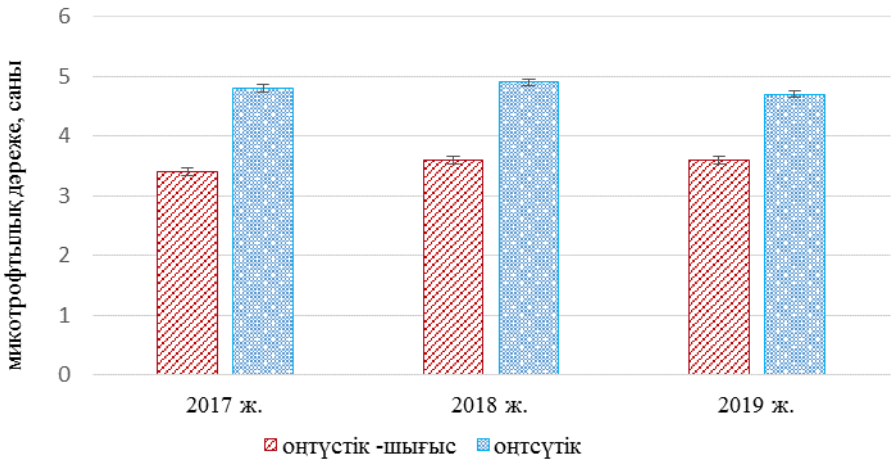
Зерттеу жүргізілген күңгірт-күрең және нақты сұр топырақта өскен қияр өсімдігінің тамырындағы эндомикориза саңырақұлақтары нағыз жапырақ пайда болғаннан бастап тамырға енген. Гүлдеу кезеңіндегі арбускулалы-везикулалы саңырауқұлақтар 1 суретте көрсетілген.



А-оңтүстік топырағында, Б-оңтүстік-шығыс топырағында өскен қиярдың микотрофтылық дәрежесі

2-сурет. Микориза саңырауқұлақтарының тамырда түзілуі

Зерттеу жүргізілген 2017 жылы оңтүстікте таралған нақты сұр топырақтағы микотрофтылық көрсеткішінің 4,8 балл, ал оңтүстік-шығыстағы күңгірт-күрең топырақтыкі 3,4 балл. 2018 жылы оңтүстік өңірінде өсімдіктің микотрофтылық дәрежесі 4,9 балл, Оңтүстік-шығыста 3,6 балл құрайды. 2019 жылы ОҚО микотрофтылық көрсеткіші 4,7 балл, оңтүстік-шығыстағы 3,5 балл. Алынған мағлұматтар 2 суретте көрсетілген.



2-сурет. Күңгірт-күрең және нақты сұр топырақта микоризалық саңырауқұлақтардың таралу жиілігі

Өсімдіктің тамырында микоризалы саңырақұлақтардың түзілу дәрежесі бойынша алынған мағлұматтарда оңтүстік өңірдегі нақты сұр топырақта эндомикориза саңырауқұлақтарының түзілу дәрежесі жоғары болуымен ерекшеленді. Бұл экологиялық жағдайы төмен, құнары аз топырақта эндомикориза саңырауқұлақтарының мол шоғырланатынын көрсетеді. Құнары аз топырақта микоризалық саңырауқұлақтар өсімдіктің қоршаған орта жағдайларына төзімділігін арттырып, биомассаның жоғарылап, фитоценоздың тұрақтануына ықпал ететінін айғақтайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Лисов Е.С., Чураков Б.П. Мониторинг дубравных экосистем при помощи микоризообразующих грибов // Сб. статей «Современные проблемы почвоведения и экологии»: Всероссийская научно-практич. конф. посв. 100-летию со дня рождения доктора с/х наук, профессора В.Н.Смирнова, Йошкар–Ола, 2006:. Йошкар–Ола. 2006, -С.278-281.

[2] Obase K., Tamai Y., Yajima T., Miyamoto T. Mycorrhizal associations in woody plant species at the Mt.Usu volcano // Japan Mycorrhiza. -2007. -Vol.17, № 3. -P.209-215.

[3] Grippa C.R, Hoeltgebaum M.P., Stürmer S.L. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in bromeliad species from the tropical Atlantic forest biome in Brazil. // Mycorrhiza. -2007. -№3, -P.235-240.

[4] Sikes B.A., Cottenie K., Klironomos J.N. Plant and fungal identity determines pathogen protection of plant roots by arbuscular mycorrhizas // J. Ecol. – 2009. – V. 97. – P. 1274-1280.

[5] Шергина Н.Н. Эндомикоризы дикорастущих травянистых растений ботанического сада. Вопросы изучения, охраны и мобилизации полезных растений в ботаническиих садах г.Сыктывкара // Сборник научных статей. Сыктыкар.-2007, -С.90-97.

[6] Соляников А. В. Микроорганизмы в почве // Молодой ученый. — 2018. — №50. — С. 75-77.

[7] Овсиенко О.Л., Чайковская Л.А., Баранская М.И. Получение моноизолятов арбускулярно-микоризных грибов при выделении спор из чернозема Южного // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XXXV междунар. науч.-практ. конф. № 6(28). – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 7-12.

[8] Дьяков Ю. Т. Занимательная микология; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, - Москва : URSS : Ленанд, Издание 2-е 2015. - 237 с.

[9] Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза.-М.:Изд.Наук, 1981. -С.16-27.

[10] Мирзадинов Р.А., Дуйсенбаев С.А., Үсен Қ., Каримов М.Ш., Мензбаева Г.К., Торғаев Ә.Ә. Қазақстан топырақтары орысша-қазақша анықтамалық сөздік. - Алматы, Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігі М.Тынышпаев ат.Қазақ көлік және коммуникациялар акалемиясы, 2009. – 200 б.

Даулетбаева М.М., Зубова О.А., Джамилова С.М., Абдрахимова А.О.

Особенности распространения эндомикоризных грибов в почве

Резюме В почве широко распространены микроорганизмы. Они классифицируются как виды, положительно или отрицательно влияющие на жизнедеятельность растений. Одним из них являются эндомикоризные грибы, которые делают растения симбиозными живыми и улучшают их жизнедеятельность. Эндомикоризные грибы растворяют в почве медленно растворимые вещества, придают растительный вид и повышают устойчивость растений к экологическим факторам, т.е. стимулируют жизнедеятельность. Существуют разные взгляды между учеными по распространению эндомикоризных грибов в почве. Представители одной группы ученых считают, что наиболее высокая степень сосредоточения микоризных грибов в плодородных почвах, а вторая группа придерживается мнения о распространении в неплодородных почвах. Поэтому аналитическая работа предназначена для определения степени распространения эндомикоризных грибов в зависимости от вида почв.

Ключевые слова: почва, эндомикоризные грибы.

УДК 631.6.03

I.M. Zhussupova
(Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: indira.zhussupova@mail.ru

WATER POLLUTION WITH NITROGEN-CONTAINING AND PHOSPHORUS-CONTAINING SUBSTANCES IN THE KYZYLORDA REGION.

Annotation: this article is devoted to the analysis of soil, surface and ground water pollution by biogenic nutrients of the Kyzylorda region, mainly nitrogen and phosphorus, endangering the environment created by large-scale animal husbandry.

Key words: soil pollution, water pollution, water quality, nutrients.

И.М. Жусупова
(Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан)
E-mail: indira.zhussupova@mail.ru

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ И ФОСФОРСОДЕРЖАЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: статья посвящена анализу загрязнению почвы, поверхностных и грунтовых вод биогенными веществами Кызылординской области в основном азотом и фосфором подвергающие опасности окружающую среду, создаваемой крупномасштабным животноводством.

Ключевые слова: загрязнение почвы, загрязнение воды, качество воды, питательные вещества.

Введение. Загрязнение почвы, поверхностных и грунтовых вод питательными веществами, в основном азотом и фосфором подвергают опасности окружающую среду, создаваемой крупномасштабным животноводством. Рост производительности промышленных животноводческих фермы являются основной

причиной загрязнения из сельскохозяйственных источников. Циркуляция веществ агроэкосистемы может быть нарушена, особенно при отсутствии отходов животного происхождения (органические удобрения), которые не включаются в сельскохозяйственное производство. Эти отходы могут рассматриваться как отдельный элемент между сельскими хозяйствами и крупными фермерскими предприятиями. В животноводстве утечка азота доходит до 75%, из них только 30% азота в растениеводстве попадает в окружающую среду. Это объясняется работой некоторых хозяйств, которые ориентированы только на животноводстве и расположены далеко от сельскохозяйственных хозяйств. Главной причиной растущей пропасти между промышленным животноводством и растениеводством является животноводческие фермы, которые производит отходы в избытке и не являются удобрением, а становятся отходами производства.

Предполагается, что количество питательных веществ равна единице крупного рогатого скота, произведенного 16, 4 человека, 1,9 свиньи, 0,3 норки и 0,14 птицы. Если корова производит 74,2 кг азота и 14,4 кг фосфора в год, тогда суточная норма составляет около 203 г азота и около 40 г фосфора. Ежедневно в производстве отхода на 150 литров в среднем на одну корову концентрация азотсодержащих и фосфорсодержащих веществ около 1350 мг/л и 263 мг/л. Эти значения превышают максимальную допустимую концентрацию азота и фосфора в муниципальных отходах в десять или в сто раз. Это означает, что при использовании природных удобрений получаемых из отходов животноводства, что максимальное поголовье крупного рогатого скота составляет 1-2 животного на 1 га.

В среднем около 50% азота, 80% фосфора и около 95% калия, содержащегося в кормах, выделяется с экскрементами, 55% азота и 99% фосфора выделяется с калом, а около 80% калия выводится с мочой. Максимальное количество питательных веществ из отходов животноводства теряется в виде утечек при содержании скота, хранении удобрений и внесении в почву. Около 10-25% азота составляют утечки в зданиях ферм при бесподстилочном содержании и около 30-80% в зданиях при содержании на соломенной подстилке, около 25% в свинофермах и около 70% в птицефабриках. Утечки с площадок навозохранилищ составляют 20-50 % азота. При внесении на поля утечки составляют от 10% навоза до 65% навозной жижи, а коло 50-70% составляют утечки из почвы.

Перенасыщение удобрениями и сток питательных веществ с полей в грунтовые воды являются источниками загрязнения поверхностей вод. Предположительно около 75% всех азотосодержащих веществ свыше 95% фосфорсодержащих веществ заносятся с водами. Сельское хозяйство в целом является крупнейшем источником самого большого поступления азота и фосфора.

Различают рассредоточенные и точечные источники, такие как крупное животноводство загрязнения сельскохозяйственного происхождения. Точечными источниками являются конкретные места выбросов, как фабрики, коллекторы муниципальных отходов. В отличие от рассредоточенных источников, представляющих собой поверхностный сток со значительных площадей, относящихся главным образом к растениеводству, а также к малым и средним животноводческим фермам. Крупные животноводческие фермы должны рассматриваться как точечные источники загрязнения вследствие природы стока питательных веществ, четко определенного и ограниченного в пределах малой площади как в случае с промышленными предприятиями и объема выбросов. Плохое техническое состояние или даже отсутствие хранилищ для удобрений увеличивают сток азота и фосфора в почву и в водные объекты.

Загрязнение вод, водная эвтрофикация, разрушение почвенного слоя и повышенное содержание питательных веществ в зерновых культурах являются весьма серьезными последствиями перенасыщения питательными веществами. Еще одним последствием, которое часто недооценивается, является накопление ядовитых для скота нитратов, разложение витамина А и бета-каротина, замедление роста и развития, преобразование гемоглобина в метгемоглобин и калия, который несовместим со многими макро- и микроэлементами (включая фосфор, магний, натрий, медь, кобальт) в некоторых растительных культурах, таких как овес, ячмень, кукуруза, сахарная свекла, кормовая свекла и кормовых культурах, таких как молочный чертополох, крапива двудомная обыкновенная, марь, амарант обыкновенный. Высокие уровни нитратов могут создать благоприятные условия для развития токсичных и канцерогенных нитрозаминов. Заряжение растений может привести к переносу токсинов на животноводческие корма, пищу для людей, диких животных.

Как представляется загрязнении водных объектов азотсодержащими и фосфорсодержащими веществами является наиболее часто встречающейся проблемой, связанной с интенсивным животноводством. Загрязнение вод и почв, вызванное деятельностью крупных животноводческих ферм, часто указывается как причина утраты биоразнобразия агроэкосистем и уничтожения непрерывности и связанности экологических коридоров.

Эвтрофикация означает обогащение воды питательными веществами, в частности азотсодержащими или фосфорсодержащими веществами, вызывающими ускоренный рост водорослей и высших растений,

нарушающими баланс водной среды и ухудшающими качество воды. При рассмотрении проблемы эвтрофикации необходимо четко отделять ее причины от ее последствий. Причины эвтрофикации заключаются в избыточных уровнях питательных веществ в водоемах и водотоках. Причины избыточного попадания биогенных веществ могут быть либо естественными, либо антропогенными. Главной причиной эвтрофикации является сельское хозяйство. При избыточном внесении природных удобрений несут такую же нагрузку по биогенным веществам, как и искусственные. В процессе эвтрофикации азот и фосфор являются ключевыми химическими элементами. Они вымываются с полей в поверхностные воды и избыток питательных веществ включается в естественное распределение макроэлементов.

Эвтрофикация наземных экосистем представляет собой еще один экологический феномен, заслуживающий большого внимания. Эвтрофикация наземных экосистем может затрагивать леса и пастбища, где избыток фосфора стимулирует рост растений, предпочитающих богатую фосфором среду и конкурирующих с видами, плохо переносящими высокий уровень содержания фосфора. Исчезновение видов растений сопровождается исчезновением животных, привыкших кормиться этими растениями. Это оказывает негативное воздействие на пищевую цепочку в целом, что еще больше сокращает биоразнобразие в эвтрофицированных экосистемах.

Санитарная опасность, связанная с крупным животноводством, касается микробиологического загрязнения воздуха и воды. Источниками микробиологического загрязнения воздуха в помещениях животноводческих ферм являются подстилки для скота, экскременты животных, корма, сами животные и работники ферм. Состав микрофлоры воздуха зависит от планировки помещений фермы, типа содержания, размера поголовья, типа вентиляционной системы, температуры и влажности воздуха, системы освещения. Существует много инфекционных, токсических и аллергенных микроорганизмов, находящихся в загрязненном воздухе, которые создают серьезную опасность для незащищенных от них людей. Микроорганизмы, находящиеся в воздухе внутри помещения, приникают в наружный воздух. Например птицеферма на 50000 кур-несушек выпускает в открытый воздух 52,5-90,7 миллиарда бактерий и около 0,3-5,5 миллиарда грибов, многое из которых являются патогенными. Они могут вызывать серьезные инфекционные заболевания у животных и людей, поскольку они могут переноситься ветром на большие расстояния.

Материалы и методы исследования. Качество поверхностных вод на территории Кызылординской области. Наблюдения за загрязнением поверхностных вод на территории Карагандинской области проводились на 2 водных объектах – река Сырдария и Аральского моря.

Результаты. По единой классификации качество воды оценивается следующим образом:
река Сырдария:

Таблица 1. **Качество воды реки Сырдария.**

наименование	место объекта	качество воды	состав	результаты
створ ст. Тюмень – арык	46 км от г.Туркестан ЮЗ	4 класс	магний-32,538 мг/л минерализация-1496,051 мг/л сульфаты-451,667 мг/л	фактические концентрации магния не превышают фоновый класс, концентрации минерализации и сульфатов превышают фоновой класс
створ г.Кызылорда	3 км ниже города	4 класс	магний-35,563 мг/л минерализация-1503,095 мг/л сульфаты-448,333 мг/л	фактическая концентрация сульфатов и магния не превышают фоновый класс, концентрации минерализации превышают фоновой класс
створ г.Казалы	3 км к ЮЗ от города	4 класс	магний-34,557 мг/л минерализация-1533,98 мг/л сульфаты-443,333 мг/л	фактическая концентрация сульфатов и магния не превышают фоновый класс, концентрации минерализации превышают фоновой класс
створ г.Кызылорда	0,5 км выше города	4 класс	магний-33,535 мг/л минерализация-1507,137 мг/л сульфаты-446,67 мг/л	фактические концентрации магния не превышают фоновый класс, концентрации минерализации и сульфатов превышают фоновой класс

пгт. Жосалы	в створе водпоста	4 класс	магний-38,61 мг/л минерализация-1544,878 мг/л сульфаты-450 мг/л	фактические концентрации магния не превышают фоновый класс, концентрации минерализации и сульфатов превышают фоновой класс
створ пос. Каратерень	в створе водпоста	4 класс	магний-32,543 мг/л минерализация-1513,11мг/л сульфаты-443,333 мг/л	фактическая концентрация сульфатов и магния не превышают фоновый класс, концентрации минерализации превышают фоновой класс

По длине реки Сырдария температура воды отмечена в пределах 3,78-9,00°С, водородный показатель 6,96-7,62, концентрация растворенного в воде кислорода -4,63-5,32 мг/дм³, $БПК_5$-1,0-1,17 мг/дм³, цветность -41,3-97,83, запах – 0 балла во всех створах.

Качество воды по длине реки Сырдария относится к 4 классу: магний-34,56 мг/л, минерализация-1516,39 мг/л, сульфаты-447,2 мг/л.

Аральское море:

В Аральском море температура воды отмечена на уровне 6,633°С, водородный показатель -7,067, концентрация растворенного в воде кислорода -4,66 мг/дм³, $БПК_5$-0,983 мг/дм³, цветность -20,16, запах – 0.

Качество воды по длине реки Сырдария относится к 4 классу: магний-34,56 мг/л, минерализация-1516,39 мг/л, сульфаты-447,2 мг/л.

Таблица 2. **Качество воды Аральского моря.**

наименование	место объекта	качество воды	состав	результаты
створ г.Аральск	малое море верхний бьеф огп «Кокарал»	4 класс	магний-45,72 мг/л минерализация-1603,21 мг/л сульфаты-460 мг/л	фактическая концентрация сульфатов и магния не превышают фоновый класс, концентрации минерализации превышают фоновой класс

Выводы. Состояние загрязнения почв тяжелыми металлами Кызылординской области за весенний период 2019 года.

В городе Кызылорда в пробах почвы, отобранных в различных районах, концентрации хрома находились в пределах 0,12-0,80 мг/кг, свинца 8,90-19,50 мг/кг, цинка – 2,50-13,30, кадмия – 0,15-0,23 мг/кг, меди – 0,44-5,30 мг/кг.

На территории массива орошения – с/з Абая концентрация меди составила 1,8 ПДК.

Содержание остальных тяжелых металлов в пробах почв отобранных на территории г.Кызылорда не превышали допустимую норму.

На всех точках концентрация хрома находилась в пределах нормы.

В городе Байконур в пробах почвы, отобранных в различных районах, концентрации хрома находились в пределах 0,05-0,27 мг/кг, свинца 5,50-35,20 мг/кг, цинка 1,30-5,30 мг/кг, кадмия 0,08-0,19 мг/кг, меди 0,10-0,46 мг/кг и не превышали предельно допустимую норму.

На территории центрального рынка по пр. Абая концентрация свинца составила 1,1 ПДК.

Содержание остальных тяжелых металлов в пробах почв отобранных на территории г. Байконур не превышали допустимую норму.

В поселке Акбастар в пробе почвы, отобранный в центре поселка Акбастар концентрация хрома составила 1,70 мг/кг, свинца -5,04 мг/кг, цинка -2,70 мг/кг, кадмия -0,04 мг/кг, меди -0,10 мг/кг и не превышали предельно допустимую норму.

В поселке Куланды в пробе почвы, отобранной возле метеостанции поселка Куланды концентрация хрома составила 2,00 мг/кг, свинца -2,54 мг/кг, цинка -3,00 мг/кг, кадмия -0,04 мг/кг, меди -0,10 мг/кг и не превышали предельно допустимую норму.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Водные проблемы Центральной Азии. /Валентини К.Л., Оролбаев Э.Э., Абылгазиева А.К. – Бишкек, 2004.- 78-95 с.

[2] Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии: Обзор. – Алматы, 2004. – 89-94 с.

[3] Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Экологические проблемы бассейна Аральского моря.- Тараз, 2009. – 354 с.

[4] Смирнов А.Д. Методы физико–химической очистки воды. Очистка природных и сточных вод: Обзорная информация. -М.: ВИТИЦ, 1985. Вып. 18. — 112 с.

[5] Сарсембеков Т.Т. и др. Использование и охрана трансграничных рек в странах Центральной Азии.- Алматы: Атамұра, 2004.- 272 с.

[6] Заурбек А.К. Управление водными ресурсами в бассейне реки Сырдарья /в пределах территории Казахстана /. Проект.- Тараз, 2005. – 18-45с.

[7] Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы. Указ Президента РК № 1241 от 3 декабря 2003 года // Казахстанская правда от 10 декабря 2003 года.

[8] Hodne C.J.2005. Concentrating on Clean Water: The Challenge of Concentrated Animal Feeding Operations. The lowa Policy Project. Mount Vernon.

[9] Laane A., Kraav E., Titova G. 2005. Global international Waters Assessment Regional assessment. EEA Report NO 7/2005. United Nations Environment Programme. Kalmar.

[10] MacDonald D.W., Strachan R.1999. The Mink and the water vole. Analyses for conservation. Wildlife Conservation Research Unit.Oxford.

[11] Pescod M.B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 47. Rome.

[12] Sapek B., Sapek A., Pietrzak D. 2000. Identifying regions of various risk of water pollution by agriculturally derived nitrogen phosphorus and potassium. IMUZ. Falenty.

[13] United States Government Accountability office. 2008. Concentrated Animal Feeding Operations: EPA Needs More Information and a Clearly defined Strategy to Protect Air and Water Quality from Pollutants of Concern.

[14] Bujnovwski R. 2012. Implementation of Nitrate Directive in Slovak Republic. ICPDR Workshop on Agriculture and Water Management. Bucharest.

[15] Burkholder J., Libra B., Weyer P., Heathcote S., Kolpin D., Thorne P.S., Wichman M. 2007. Impacts of Waste from Concentrated Animal Feeding Operations on Water Quality. Environmental Health Perspectives 115: 308-312

Жусупова И.М.

Қызылорда облысының азот және фосфор бар заттармен су құрамының ластануы.

Түйіндеме: мақала ірі мал шаруашылығымен айналысатын шаруалардан пайда болатын, қоршаған ортаға қауіп төндіретін Қызылорда облысының топырақтың қоректік заттарымен,жер үсті және жер асты суларының азот пен фосфор бар заттарымен ластануына анализ жүргізу

Түйін сөздер: топырақтың ластануы, судың ластануы, судың сапасы, қоректік заттар.

ӘӨЖ 502.4+502.5

G.S. Satbayeva, O.O. Tleuberlina

EVALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS

Summary. The article discusses the main methods and methods for assessing ecosystem services of protected areas. Evaluation of environmental services allows you to determine the environmental and economic value of protected areas in accordance with market requirements.

Key words: ecology, specially protected natural areas, ecosystem services, environmental and economic assessment, value.

Г.С. Сатбаева, О.Б. Тлеуберлина
(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ АУМАҚТАРДЫҢ ЭКОЖҮЙЕЛІК ҚЫЗМЕТІН БАҒАЛАУ

Түйіндеме. Мақалада ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың экожүйелік қызметін бағалаудың негізгі әдістері мен жолдары көрсетілген. Экожүйелік қызметті бағалау нарық талабына сәйкес, қорғалатын аумақтардың экологиялық-экономикалық құндылығын анықтауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: экология, ерекше қорғалатын табиғи аумақ, экожүйелік қызмет, экологиялық-экономикалық бағалау, құндылық.

Биосфера ұсынатын экожүйелік қызметтер өте көп. Оның маңыздылығы да жоғары. Олар үнемі бір-бірімен тығыз байланысқан. Сол себепті, экожүйенің жай-күйіне, типіне тәуелді болады. Қазіргі уақытта адамның өмір сүру деңгейіне ықпал ететін бірқатар қызметтері сипаттамалары бар. Ал кейбірінің тіпті шаруашылық қызметтерде де орыны зор.

Қазіргі уақытта экожүйелік қызметтің жіктемесін және анықтамасындағы негізгі әдістердің бірі «Мыңжылдық табалдырығындағы экожүйені бағалау». Бұл жіктеме олардың қызметтерінің келесі типтерін қосады [1-4]:

- қамтамасыз ететін қызметтер – экожүйемен ұсынылатын тауарлар: азық-түліктік, материалдар (талшық, ағаш), генетикалық, декоративті және биохимиялық ресурстар және тұщы су;
- реттеушілік – климатты, ауа сапасын, сур ресурстарын реттеу, стихиялық жағдай мен аурулар, сонымен қатар, шаңнан. Суды тазарту және қалдықтарды қайта өңдеу;
- қолдаушы – қалған барлық қызметтердің орындалуын қамтамасыз ететін қызметтер (топырақ түзілуі, фотосинтез, алғашқы өнімді ұсыну, тағамдық қызметтердің айналымы);
- мәдени қызметтер – мәдени алуандылық, білім, эстетикалық, рухани және діндік құндылықтар; білім жүйесі, әлеуметтік байланыстар; мәдени мұра құндылығы; рекреация мен экотуризм.

Дамыған елдерде және даму шелдерде де экожүйелік қызметтерді экономикаға тарту туралы пікірлер қалыптасуда. Бұл қоршаған ортаға антропогендік жүктеменің артуымен тығыз байланысты. Табиғатпен ұсынылатын табиғи экожүйелердің тозуы табиғатпен ұсынылатын экожүйелік қызметтердің қысқаруына әкелуде. Бұл өз кезегінде адам денсаулығы мен экономикалық көрсеткіштерге теріс әсер етеді. Осыған байланысты, табиғи экожүйелердің ұсынылатын қызметтерінің қысқаруы нақты саланың өнім көлемін алу шығындарын арттырады. Әсіресе бұл ауыл шаруашылығында, орман шаруашылығында, және балық аулау салаларында басым байқалады.

Экожүйелік қызметтердің маңыздылығын ескере отыру керек. Кейбір мемлекеттер экожүйелік қызметтер үшін төлемдер механизмдерін енгізді. Экожүйелік қызметтердегі төлемдер жүйесі Коста-Рикеде, Никарагуада, Мексикада, Ұлыбританияда және т.б. мемлекеттерде бар.

Осы жағдайда экожүйелік қызметтер тұрақты дамудың ажырамас бөлігі ғана емес. Ол «жасыл» экономика шеңберіндегі іс-әрекеттердің басым бағыттарының бірі.

Экожүйелік, эстетикалық, рухани және мәдени қызметтер және олардың әлеуеті бүгінгі күні ғана маңызды емес. Ол болашақ ұрпақтың құндылығы. Кез-келген мемлекеттің экономикалық және экологиялық саясат саласындағы дұрыс шешім қабылдауды талап етеді.

Экономикалық механизмдердегі экожүйелік қызметтердің дамуының жобалық бағыттарының бірі - ерекше қорғауға алынған табиғи аумақтар. Табиғатты қорғаудың халықаралық Одағының мәліметтері бойынша 2014 жылы әлемдегі Әлемдік мұра нысандарының аумағы 185,4 млн га. Ал ерекше қорғауға алынған аумақтар 22279,2 млн га құрайды [5].

Ерекше қорғауға алынған аумақтарда экожүйелік қызметтерді бағалау үшін, әртүрлі әдістер мен тәсілдер қолданылуы мүмкін. Бірақ экожүйелік қызметтерді экологиялық-экономикалық бағалау саласындағы негізгі бағыт жалпы экономикалық құндылық болып табылады. Ол жеке табиғи игіліктердің ғана емес, жалпы экожүйені бағалаудағы кешенді жүйелік әдіс болып табылады. Бұл концепция табиғи капиталдың барлық үш қызметі бойынша құндық бағалауға мүмкіндік береді.

Жалпы экономикалық құндылыққа пайдалану құндылығы (тұтынушылық құндылық) пайдалануға байланыссыз құндылық кіреді.

Табиғаттың жалпы экономикалық құндылығының шамасы екі агрерирлі көрсеткіштермен анықталады. Олар: пайдалану құндылығы және пайдаланылмаған құндылық.

$$TEV = UV + NV \quad (1),$$

Мұндағы:

UV – тұтынушылық құндылық

NV – пайдаланылмаған құндылық.

Бұл өз кезегінде пайдалану құндылығы үш қосындыдан тұрады.

$$UV = DV + IV + OV, \quad (2),$$

Мұндағы, DV – пайдаланудың тікелей құндылығы; IV –пайдаланудың жанама құндылығы; OV – кейінге қалдырылған баламалы құндылық (потенциалды құндылық).

Пайдаланудың тікелей құндылығы – бұл ең алдымен, пайдалану үшін алынған құндылықтар жатады. Атап айтқанда, табиғи ресурстар, азық түлік, шикізат және материалдар. Екіншіден, бұған пайдалануға алынбаған түрлер құндылығы кіреді. Олар: рекреация, білім, ғылыми зерттеулер, транспорт және т.б. Жанама пайдалану құндылығы экожүйелік қызметтерді бағалауға мүмкіндік береді. Атап айтқанда, зат айналымы, климат пен су балансын реттеу, қалдықтар ассимиляциясы, әртүрлі түрлердің мекен етуі және т.б. Кейінге қалдырылған баламалы құндылық табиғи игіліктердің болашақта пайдалануымен тығыз байланысты. Бұл бағалау түрі бойынша болашақта пайдаланылатын ресурстардың құнын анықтау қиынырақ. Сондықтан, жаңа нұсқалардың пайда болуы не болмаса жаңа қасиеттердің пайда болуы туралы мәселелер пайда болады.

Пайдаланбау құндылығы - бұл табиғаттың эстетикалық қызметінің құндылығы. Яғни табиғи капиталдың үшінші түрі. Пайдаланбау құндылығына көбіне өмір сүру құны және кейде мұрагерлік құны да кіреді.

Жалпы экономикалық құндылықты бағалау әдістері әралуан. Пайдаланудың алынған түрлеріне қатысты тауарлар мен қызметтер қатары, нарық құнымен бағалануы мүмкін. Жеке қызметтерді ғана емес, аумақты да бағалаудағы кең таралған әдіс. Соның ішінде, транспорттық жол шығындары да.

Жалпы экономикалық құндылықпен жеке элементтерді бағалау үшін әртүрлі әдістер қолданылады. Олар: нарықтық баға, шығындық әдіс, шартты бағалау әдісі; өндірістік қызмет әдісі, алмастырылатын тауарлар әдісі; гедонистикалық баға құрылымы әдісі, «төеуге дайын» әдісі, трнспорттық жол шығындары әдісі [6,7].

Экожүйелік қызметтерді қамтамасыз ету үшін, көп жағдайда, нарықтық бағаны қолданған жөн. Сонымен қатар шығындық әдістерді де қолдануға болады. Қайта құруға және қалпына келтіруге арналған шығындар нысанды сол қалпында қалпына келтіруге қажетті шығындар деп есептеледі. Превентивті шығын әдісі зиянның алдын алу шығыны ретінде қарастырылады. Аралас шығындар су қоймаларын, дамбаларды, ерекше қорғауға алынған аймақтарды құру секілді шығындар жиынтығын көрсетеді. Алмастырылатын шығындар – тауарлар мен қызметтерді жасанды табиғи игіліктермен алмастыруды көрсетеді. Бұл әдістер биологиялық алуандылықты бағалауда қолданылады. Соның ішінде сирек түрлер, мәдени мұра нысандары.

Әртүрлі экожүйелік қызметтерді бағалаудың кең таралған әдістеріне экологиялық игіліктерге қатысты индивидтің талғамын анықтауға бағытталған әдіс жатады. Бұл шартты бағалау әдісі, онда әртүрлі әдістер жиынтығы қолданылады. Атап айтқанда, әлеуметтік сауалнама, төлеуге дайын және транспорттық жол шығындары және т.б. Шартты бағалау әдісі жеке экожүйелік қызметтерден басталады. Ерекше қорғалатын табиғи аумақтарды қоса алғанда, мәдени мұра нысандарын да бағалауда ұсынылады [8-10].

Экожүйелік қызметтерді бағалаудың шетелдік тәжірибесі көрсетіп отыр. Онда мұндағы қаржы ағымы бірнеше млн-нан бірнеше млрд-ға жетеді. Мысалы, әлемдегі сулы-батпақты жерлердің экожүйелік құндылығы 70 млрд доллар жылына деп бағаланады. Мысалы, Индонезиядағы Лесер ұлттық паркі ұсынатын экожүйелік қызметтерді қарастырдық. Ондағы парк жерін пайдаланудын тыс 9000-нан 9538 млн доллар жылына құрайды.

«Алтын Емел» ұлттық паркіндегі экожүйелік құндылықтарды бағалау барысында жалпы экономикалық құндылық тәртібі бойынша келесідей тұжырымдар алынды.

Тікелей пайдалану құны нарықта ұсынылатын тауарлар мен қызметтердің нарықтық бағасымен бағаланды: ағаш, орманның ағашты емес өнім дері, балық аулау, суды жинау, туризм. Тікелей пайдаланудың жалпы құндылығы 181948,5 мыңнан 283 349,5 млн теңгені құрайды.

Жанама пайдалану құндылығы парникті газдарды сіңіру, су балансын реттеу, суды, ауаны, тазарту, тұратын жерді ұсыну, адамдарды сауықтыру.

Көміртекті сіңірудің жалпы көлемі 10 430 т деп есептелінді. Яғни жылына жұтылған көмірқышқыл газының 38 173,8 т береді. 1 т сіңірілген көмірқышқыл газы 10 долл құрайды. Яғни осы қызмет құны 381736,1 долларды құрап отыр [11].

Саз балшықтың тазалағыш қызметін алмастырғыш тауарлар әдісімен бағалануы мүмкін. Ол тазалағыш өнеркәсіптік қондырғылар құны сәйкес 137 000 долларды құрайды.

Саз балшық тазалау қызметінен басқа, су балансын реттеу, тұрғылықты жер орыны, рекреация секілді қызметтерді ұсынады. Бұл қызметтерді бағалау К. Шульц және Л. Брандердің зерттеулерінде көрсетілген. Ондағы алынған мәліметтер экстраполяция әдісімен алынады [12-13].

1 – кесте – **Ұлттық парктің жалпы экономикалық құндылығын бағалау (мысал түрінде)**

Тиімнің жылдық ағыны: тікелей пайдалану (төменгі/жоғары)			
1	2	3	4
1	ағаш	719	1258,25
2	жеміс	3475,5	5376,8
3	саңырауқұлақ	109 477,5	167 794,7
4	балық	2432	3952
5	су	58 344,5	97 397,6
6	туризм	7500	7570
	барлығы	181 948,5	283 349,35
Тиімнің жылдық ағыны: жанама пайдалану құны (орташа өлшенген баға) (тнг.)			
1	көміртекті сіңіру	19 274,1	
2	су тасқынын алдын алу	78 656,9	
3	мекен ету ортасы	34 073,3	
4	рекреация	83 403, 42	
5	саздың тазалау қызметі	4221,9	
	Барлығы	219 629,62	
Ескерту: әдебиет көздеріндегі есептеулерді пайдалана отырып, алынған мәліметтер кестеге енгізілді [12-13]			

Кестеден көріп отырғанымыздай, тікелей және жанама құндылықтың арасындағы бөлінді тең. Тікелей пайдалану құны 45,3 пайыздан 56,3 пайызға дейінгіні құрайды. Ол шетелдік экожүйені бағалаудағы мәліметтермен сәйкес келеді. Одан басқа, осы аумақта табиғи және тарихи-мәдени құндылықтардың үйлесімінен мультпликаттық тиім алуға болады.

Экотуризм, халықты сауықтыру, рухани, эстетикалық қызметтерді қоса алғандағы, ЕҚАА-ның экожүйелік қызметі өңірдің тұрақты дамуының кепілі. Оның аясында өңірдің әлеуметтік-экономикалық мәселелерін шешуге бағытталады. Олар экологияға негізделген іс әрекеттерді қалыптастыру нысаны ретінде пайдалануы мүмкін.

Д:Н. Ушаковтың пікірінше, аумақ – бұл қандай да бір шекарамен шектелген жер кеңістігі. Географиялық энциклопедиялық сөздікте аумақ – табиғатпен, сонымен қатар адамдық ресурстармен құрылған жердің үстіңгі қабаты.

Жоғарыда берілген анықтамалар бойынша мынадай ерекшеліктерді атап өтуге болады:

- әралуан ресурстары бар;
- экономикалық, әлеуметтік, экологиялық қызметтері бар;
- жанында орналасқан арнайы нысандары бар;
- құралдары мен еңбек заттарын анықтайды.

Ерекше қорғауға алынған аумақтардың әлеуметтік бөлігін басқа аумақтармен көршілес жатқан шекаралары құрайды[14-15].

Ерекше қорғауға алынған аумақтардың кешенді әлеуметтік-экологиялық-экономикалық механизмін әзірлеу керек. Ол өңірде экологиялық-экономикалық үйлесімділікке қол жеткізулері керек. Біздіңше, әлеуметтік-экологиялық-экономикалық бағалауды жетілдіру қажет. Сол арқылы экологиялық-экономикалық игілікке қол жеткізу керек (2-кесте). 2-кестеде өңірлердің әлеуметтік-экологиялық-экономикалық көрсеткіштері көрсетілген.

2-кесте. **Өңірлердің әлеуметтік-экологиялық-экономикалық жай-күйін сипаттайтын көрсеткіштер**

Өңірдің әлеуметтік-экологиялық-экономикалық жай-күйін сипаттайтын көрсеткіштер		
Әлеуметтік	Экономикалық	Экологиялық
1	2	3
- халық саны - еңбек етушілер саны; - халықтың жыныстық құрамы; - ауылдық және қалалық экономикалық белсенді халық саны; - халықтың 100 мың ересек тұрғынына шаққандағы алғашқы диагнозы қойылған ауру саны;	- жұмыскерлердің орташа айлық жалақысы; - жұмыссыз азаматтар саны; - жан басына шаққандағы өнеркәсіптік өндіріс көлемі; - жан басына шаққандағы әлеуметтік нысан саны; - туристік-рекреациялық кешендерінің даму деңгейі;	- атмосфералық ауаның ластану деңгейі; - топырақ пен жер ресурстарының ластану деңгейі; - тұрмыстық қатты қалдықтармен ластану деңгейі; - радиациялық қалдықтармен ластану деңгейі; - ластаушы көздерінің саны;

- халықтың өмір сүру деңгейі; - білімділік деңгейі; - медициналық ұйымдар саны; - мәдени-сауықтыру орталықтарының саны.	- негізгі қорларының саны; - пайда көлемі; - өңірдегі жұмысбастылық саны; - табиғатты қорғау шараларының құны.	- қоршаған ортаға әсер ету көрсеткіштері.
Ескертпе: авторлар материалдарды пайдалана отырып, әзірледі		

Ерекше қорғауға алынған аумақтарда жүйелік әдісті пайдалану керек. Бұл өңірлік әлеуметтік-экологиялық-экономикалық жүйе түсінігін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Өңірлік әлеуметтік-экологиялық-экономикалық жүйе келесідей ішкі жүйелерді біріктіреді:

- экономикалық;
- экологиялық;
- экономикалық өсуді қоса қарастыратын әлеуметтік;
- халықтың өмір сүру сапасы мен деңгейі;
- қоршаған ортаның жай-күйі.

Аумақты кешенді әлеуметтік-экологиялық-экономикалық бағалау механизмі бар. Ол жеке көрсеткіштер жүйесіне негізделеді. Бұл әлеуметтік-экологиялық-экономикалық жай-күйді толық бағалауға мүмкіндік береді (3-кесте). 3-кестеде өңір дамуын бағалау механизмі көрсетілген. Онда өңірдің қызметтерін бағалау экологиялық жағдайды арттыруға болады.

3-кесте – **Өңірді кешенді әлеуметтік-экологиялық-экономикалық бағалау механизмі**

Өңірдің әлеуметтік-экологиялық-экономикалық дамуын бағалау механизмі	Қоршаған орта жай-күйіне кәсіпорындардың техногенді әсерін реттеу - өңірдегі табиғатты пайдалануды басқаруды жетілдіру; - қаржылық-өнеркәсіптік компанияларды құру. - Ғылыми-техникалық өнімді тұтынуды әзірлеушілер есебінен инновациялық қорды құру;
	Өңірдегі экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша шаралар: - Экологиялық қорды ұйымдастыру; - Экологиялық қордан экологиялық таза технологияны ендіруге қажетті жеңілдетілген несие мен субсидияларды бөлу; - Экологиялық туризмді дамыту.
	Табиғатты қорғау мақсатындағы инвестицияны беру үшін жергілікті салық жүйесін экологияландыру: - Экологиялық таза өнімді өндіретін кәсіпорындар үшін; - Экологиялық таза өнімге ынталандыру бағаларын ендіру үшін; - ҚҚС босату үшін экологиялық қор есебінен орындалатын жұмыстар үшін; - Экологиялық талаптарға жауап бермейтін кәсіпорындар үшін қосымша салық төлемдерін ендіру үшін; - Экологиялық таза өнімді шығаратын және қалдықтарды кәдеге жаратумен айналысатын кәсіпорындар үшін пайдаға салықтарды төмендету
	Инвестициялық тартымдылықты арттыру үшін экологиялық сақтандыру саласын дамыту: - қоршаған ортаның ластанған жағдайда кәсіпорындардың жауаптылығын сақтандыру; - зиянды бағалау жүйесін ендіру; - ірі зияннан қорғау үшін мемлекетті кепіл ретінде тарту
	Өңірдің әлеуметтік-экологиялық-экономикалық даму құралдарын ендіру: - өндіріс пен жабдықтың экологиялылығын бағалау үшін жүйеленген бағалауды ұйымдастыру; - өндірістің экологиялық қауіпсіздігін жақсарту мақсатында экологиялық мәселелерді үшін аудитті ендіру.
Ескерту: авторлар материалдарды қолдана отырып, өздері дайындады	

Осылайша, қорғауға алынған өңірлердің күшті және әлсіз тұстары анықталады.

Қоршаған ортаның ластануы халық арасында тұрғындардың ауру санын арттырады. Бұл өз кезегінде, халық жағдайының төмендеуіне ықпал етеді. Нәтижесінде бір-біріне қарама-қарсы экологиялық-экономикалық себептер пайда болады. Соңында техногенді табиғи сыйымды экологиялық даму типі қалыптасады.

Қорыта айтқанда, өңірдің дамуы үшін ұйымдастырушылық-экономикалық механизмін жетілдіру керек. Ол механизм мыналарға негізделеді:

- ерекше қорғауға алынған өңір дамуының мемлекеттік және өңірлік бағдарламаларын әзірлеу;
- әлеуметтік-экологиялық-экономикалық бағалау негізінде ғылыми-негізделген әдістерді әзірлеу;
- ерекше қорғауға алынған аумақтардың даму шараларын жетілдіру.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis. Island Press, Washington, DC., 2005 (русский текст).

[2] Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: биоразнообразие. Вашингтон: Институт мировых ресурсов, 2005. 98 с.

[3] Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: возможности и испытания для бизнеса и производства. Вашингтон: Институт мировых ресурсов, 2005. 36 с.

[4] Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: водно-болотные угодья и водные ресурсы. Вашингтон: Институт мировых ресурсов, 2005. 80 с.Иванова А.Н. Охраняемые природные территории /Иванова А.Н., Чижов В.Н. – Учебное пособие. М.: Издательсво московского университета, 2003. – 119 с.

[5] Интернет ресурстары: http://www. oopt.ru.

[6] Сатбаева Г.С. Әлеуметтік экология және тұрақты даму /Сатбаева Г.С. –оқу құралы. Алматы, Экономика. 2010. – 218 б

[7] Ситкина К.С. Эколого-экономические аспекты функционирования ООПТ // Инновационное развитие экономики России: ресурсное обеспечение: Вторая Международная конференция; Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, экономический факультет; 22—24 апреля 2009 г. Сборник статей. Т. 1 / Под ред. В.П. Колесова, Л.А. Тутова. — М.: Экономический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, 2009.

[8] Jacobs S., Dendoncker N., Keune H. (Eds.). Ecosystem Services. Global Issues, Local Practices // Elsevier. 2014. 411 p.

[9] Конюшков Д.Е. Формирование и развитие концепции экосистемных услуг: обзор зарубежных публикаций// Бюл. Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2015. Вып. 80. С. 26-49.

[10] Титова Г.Д. Оценка экосистемных услуг: потенциал применения на практике // Вестник ЗабГУ. 2015. № 3 (118). С. 179-191.

[11] Интернет-ресурстары: stat.gov.kz Қазақстан Республикасының статистикалық мәліметтері

[12] Интернет ресурстары: www.innovation.ru

[13] Burrkhard B., de Groot R., Costanza R. et al. Solutions for Sustaining Natural Capital and Ecosystem Services. Ecological Indicators 21: 2012. P. 1-6. URL: http://www.legato-pro-ject.net/files/ DOWNLOAD/Burkhard 2012 Ecological Indicators.pdf (қаралған күні 08.01.2020)

[14] Плата за экосистемные услуги в условиях «зеленой» экономики / ООН. Женева, 2014. 94 с.

[15] Бобылев С.Н., Перелет РА., Соловьева С.В. Оценка и внедрение системы платежей за экосистемные услуги на особо охраняемых природных территориях: методические рекомендации. Волгоград, 2012. 175 с.

езюме. В статье рассмотрены основные методы и способы оценки экосистемных услуг охраняемых территорий. Оценка экологических услуг позволяет определить экологическую и экономическую ценность охраняемых территорий в соответствии с требованиями рынка.

Ключевые слова: экология, особо охраняемые природные территории, экосистемные услуги, эколого-экономическая оценка, ценность.

УДК 528.85/.87(15)

D. V. Chepashev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: chepashev_daniker@mail.ru

MAPPING OF POTENTIAL HYDROCARBON MICRSEEPAGE INDUCED ZONES IN THE SOUTH TURGAY BASIN USING LANDSAT-8 OLI SATELLITE IMAGES

Abstract. Hydrocarbon migration through the weakened zones from the lower horizons of the geological section to the Earth's surface over a long period of time is accompanied by various chemical reactions with host rocks, leading to mineral alterations and vegetation stress. Modern methods of remote sensing make it possible to track such changes in the spectrum of minerals and vegetation, which allows mapping potential hydrocarbon microseepage zones in prospective areas for petroleum exploration. For this purpose, Landsat-8 OLI multispectral images were used in this research. The South Turgay oil and gas bearing basin was chosen as the study area. Band ratio method was used to calculate the mineral alteration indices. Processed images were combined into False Color Composite, showing the

potential hydrocarbon microseepage zones. Overlay analysis of the potential hydrocarbon microseepage zones with a regional tectonic faults map showed their correspondence at a regional scale.

Key words: hydrocarbon microseepage, Landsat-8 OLI, the South Turgay basin, mineral alteration.

Д. В. Чепашев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы)
E-mail: chepashev_daniker@mail.ru

КАРТИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗОН ПРОСАЧИВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНО-ТУРГАЙСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ LANDSAT-8 OLI

Аннотация. Миграция углеводородов по ослабленным зонам из нижних горизонтов геологического разреза к земной поверхности в течение продолжительного периода времени сопровождается различными химическими реакциями с вмещающими породами, приводящими к вторичному минералообразованию и угнетению растительного покрова. Современные методы дистанционного зондирования Земли дают возможность отследить такие изменения в спектре горных пород и растительности, что позволяет картировать потенциальные зоны просачивания углеводородов на нефтеперспективных территориях. Для этой цели в данной работе использовались снимки мультиспектрального сенсора Landsat-8 OLI. В качестве исследуемой территории был выбран Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн, являющийся нефтеперспективным. Метод соотношения спектральных каналов использовался для вычисления индексов вторичного минералообразования. Вычисленные индексные изображения были совмещены в один FCC композит (False Color Composite), показывающий потенциальные зоны просачивания углеводородов на поверхность. Сопоставление областей просачивания углеводородов с картой тектонических разломов региона путем наложения, показало их соответствие в региональном масштабе.

Ключевые слова: просачивание углеводородов, Landsat-8 OLI, Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн, вторичное минералообразование.

Введение. Современные методы разведки месторождений углеводородов требуют от исследователей глубокие познания в области геофизики, геологии и геохимии. Однако один из старейших способов поиска нефти и газа основан на наблюдении поверхностных проявлений, связанных с просачиванием флюидов на поверхность [1]. Просачивание углеводородов — это утечка нефти и газа из нефтяных пластов и их миграция вверх на поверхность земли. Углеводороды имеют более низкую плотность, чем вода и почва/горная порода, поэтому они могут мигрировать вверх [2].

Schumacher (1996) резюмировал, что миграция углеводородов на поверхность может вызывать различные виды изменений почвы/породы [3]:

1) микробиологические аномалии;
2) минералогические изменения;
3) обесцвечивание красноцветных толщ (bleaching of red beds);
4) глинистые минеральные изменения;
5) электрохимические изменения;
6) аномалии излучения (radiation anomalies);
7) биогеохимические и геоботанические аномалии.

Поверхностные проявления таких изменений отличаются от прилегающей почвы/породы, поэтому они могут быть использованы для обнаружения зон просачивания углеводородов.

Спектральные аномалии, минеральные изменения и изменения растительности, связанные с просачиванием углеводородов над нефтяными и газовыми бассейнами, изучались рядом исследователей [4][5][6][7][8][9][10]. Различные методы, включая полевое литологическое картирование, геохимию, полевую спектроскопию и мониторинг содержания углекислого газа и метана, использовались для обнаружения утечек нефти и газа [11][12][13][14]. В последнее время применение методов дистанционного зондирования в обнаружении месторождений углеводородов привлекает все больше внимания.

Углеводороды, мигрирующие вверх, вызывают окислительно-восстановительные реакции вдоль вертикальных путей миграции и приводят к минералогическим аномалиям в почвах/породах на поверхности и изменениям растительного покрова на поверхности. Аномальная минералогия поверхности и угнетенная растительность могут указывать на зоны, в которых происходит просачивание нефти. Преимущество дистанционного зондирования заключается в том, что оно

предлагает быстрый и эффективный инструмент проведения разведки на предмет изменений, вызванных углеводородами.

В контексте дистанционного зондирования поверхностные изменения, связанные с просачиванием углеводородов, можно разделить на две группы:

1) минералогические изменения;

2) изменения в спектре растительности (угнетенная растительность).

В данной работе мы будем рассматривать только минералогические признаки, так как исследуемой территорией является Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн, который можно охарактеризовать как преимущественно засушливый регион, в котором очень немного растительности. Обзорная схема исследуемой территории представлена на рисунке 1.

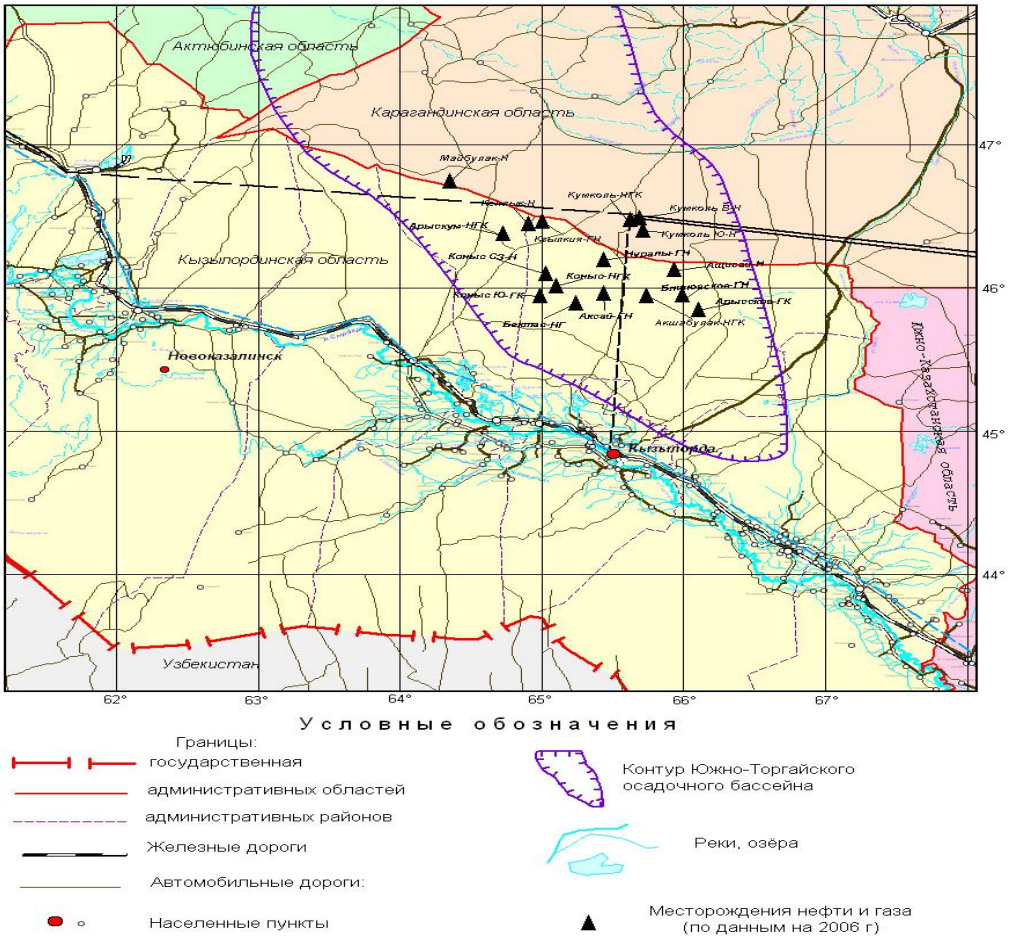


Рис. 1. Обзорная схема исследуемой территории

Обесцвечивание красноцветных толщ (bleaching of red beds). Обесцвечивание красноцветных толщ может происходить под действием углеводородов, которые способствуют удалению ионов трехвалентного железа и образованию ионов двухвалентного железа [3][5][11][15]. Химические реакции показаны в следующих выражениях:

$$C_nH_m + Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 + FeO + CO_2 + H_20, \quad (1)$$

$$C_nH_m + Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_3O_4 + FeCO_3 + 2H_2O. \quad (2)$$

Это явление можно обнаружить по спектральным характеристикам поверхности в диапазоне VNIR (видимый и ближний инфракрасный диапазон). В частности, электромагнитный спектр железосодержащих минералов (то есть лимонита, гематита (Fe_2O_3) или гетита) имеет крутой градиент в видимой области. В зонах изменений, минералы с ионами трехвалентного железа, замещаются на минералы с ионами двухвалентного железа (пирит (FeS_2), сидерит ($FeCO_3$), магнетит (Fe_3O_4)).

Карбонаты. Повышенное содержание вторичных карбонатов также может свидетельствовать о миграции углеводородов на поверхность. Химические реакции показаны в следующих выражениях:

$$CH_4 + CaSO_4 + O_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2S \quad (3)$$

$$C_nH_{2n+2} + CaSO_4 \rightarrow CaCO_3 + H_2S + H_2O. \quad (4)$$

В последнем случае, карбонаты являются результатом изменения гипса. Карбонатные минералы, такие как кальцит ($CaCO_3$), доломит и магнезит, обладают характеристиками поглощения в районе 2,35 мкм [16][17].

В частности, сидерит в виде приповерхностных дигенетических карбонатов образуется благодаря растворимости ионов трехвалентного железа, присутствующих в других минералах, и их последующему превращению в побочный продукт окисления метана [18]. Карбонаты можно различить и идентифицировать по изменениям их поглощения в диапазоне SWIR (коротковолновый инфракрасный диапазон).

Глинистые минералы. Восстановленная и слабокислотная среда, создаваемая мигрирующим на поверхность газом, содержащим CO_2, H_2S и метан, способствует превращению минералов полевого шпата в глинистые минералы и может превращать обычно стабильные иллитовые глины в каолинит, что тесно связано с проявлениями углеводородов [19]. Спектральная характеристика каолинита демонстрирует две диагностические особенности двойного поглощения в SWIR-диапазоне от 1,4 мкм до 1,9 мкм, а также ряд признаков от 2,0 до 2,4 мкм [17]. Также, монтмориллонит обладает характеристикой поглощения в области 2,2 мкм. Кроме того, обесцвечивание красноцветных толщ, как вторичный эффект, может улучшить отражение глинистых минералов в почве [20]. Особенности поглощения глин имеют тенденцию становиться более отчетливыми, когда ионы железа удаляются из почвы.

Данные и методы. OLI (Operational Land Imager) – это многоспектральный сенсор на борту Landsat 8, одного из спутников дистанционного зондирования Земли NASA (совместно с United States Geological Survey), который был запущен в 2013 году. Датчики OLI измеряют отраженное и испускаемое электромагнитное излучение от поверхности Земли и атмосферы в 11 спектральных диапазонах. Спектральное разрешение сенсора OLI, позволяет идентифицировать минералы и минеральные группы, такие как глины, карбонаты, кремнезем, оксиды железа и другие силикаты. Ширина одного кадра OLI составляет 185 км (каждая сцена составляет 185x180 км), что делает сенсор полезным для регионального картирования.

Для обработки выбирались снимки Landsat OLI Collection-1 L1TP, доступные на официальном сайте USGS Earth Explorer с датой съемки во второй половине августа 2017 года.

Скачанные снимки Landsat OLI Collection-1 L1TP предоставляются в виде неоткалиброванных (безразмерных) цифровых значений (DN values), а для получения абсолютных значений отражения поверхности (Reflectance) требуется предварительная обработка, которая и была проведена для всех сцен. Так как исследуемая территория занимает площадь большую, чем площадь одной сцены Landsat OLI, необходимо 9 сцен этого сенсора для покрытия данной территории. Были составлены отдельные мозаики из 9 сцен для 6 каналов (2-7 каналы) на исследуемую территорию. В зонах пересечения сцен (наложения друг на друга) вычислялось среднее значение пересекающихся пикселей. Также был вычислен вегетационный индекс NDVI для создания масок водных объектов и растительности, и произведено маскирование этих объектов на исследуемой территории. Для определения различных минералогических проявлений применялись соотношения спектральных каналов, показанные в таблице 1.

Таблица 1. **Спектральные индексы для сенсора Landsat OLI**

Индекс трехвалентного железа (ferric iron, Fe^{3+}) [21]	B4/B3
Индекс двухвалентного железа (ferrous iron, Fe^{2+}) [21]	B7/B5+ B3/B4
Индекс глинистых минералов и карбонатов (clays and carbonates) [21]	B6/B7

Следующим этапом являлось построение карт распределения значений индексов вторичного минералообразования с учётом интенсивности их проявления на поверхности исследуемой территории. Также был построен RGB-композит из трех изображений вычисленных по спектральным индексам, в котором индекс трехвалентного железа (Fe^{3+}) отображен как красный (R), индекс двухвалентного железа (Fe^{2+}) как зеленый (G), а индекс глинистых минералов и карбонатов (clays and carbonates) как синий (B).

Блок-схема этапов обработки представлена на рисунке 2 ниже.



Рис. 2. Блок-схема этапов обработки

Результаты. Метод соотношения каналов является одним из надежных инструментов для обработки и анализа изображений дистанционного зондирования. Анализ соотношения каналов очень эффективен для выделения некоторых селективных признаков и широко используется в геологии, а также для обнаружения просачивания углеводородов.

Соотношение каналов B4/B3 является индексом минералов трехвалентного железа. Более высокие значения (красные области) на индексном изображении представляют области, содержащие трехвалентное железо, в то время как области с низким содержанием трехвалентного железа представлены синими пикселями. Следовательно, области, характеризуемые обесцвечиванием красных слоев, представлены синими или более низкими значениями пикселей на этом изображении. Карта распределения пород, содержащих трёхвалентное железо (Fe^{3+}) представлена на рисунке 3 (Б).

Для определения пород, содержащих двухвалентное железо, использовалась сумма соотношений (B7/B5) + (B3/B4). Более высокие значения пикселей на изображении представляют области пород, содержащих двухвалентное железо. Карта распределения пород, содержащих двухвалентное железо (Fe^{2+}) представлена на рисунке 3 (А).

Соотношение каналов B6/B7 использовалось для обнаружения глинистых минералов и карбонатов на исследуемой территории. Глинистые минералы и карбонаты на индексном изображении представлены высокими (красными) значениями пикселей. Карта распределения пород, содержащих глинистые минералы и карбонаты представлена на рисунке 3 (В).

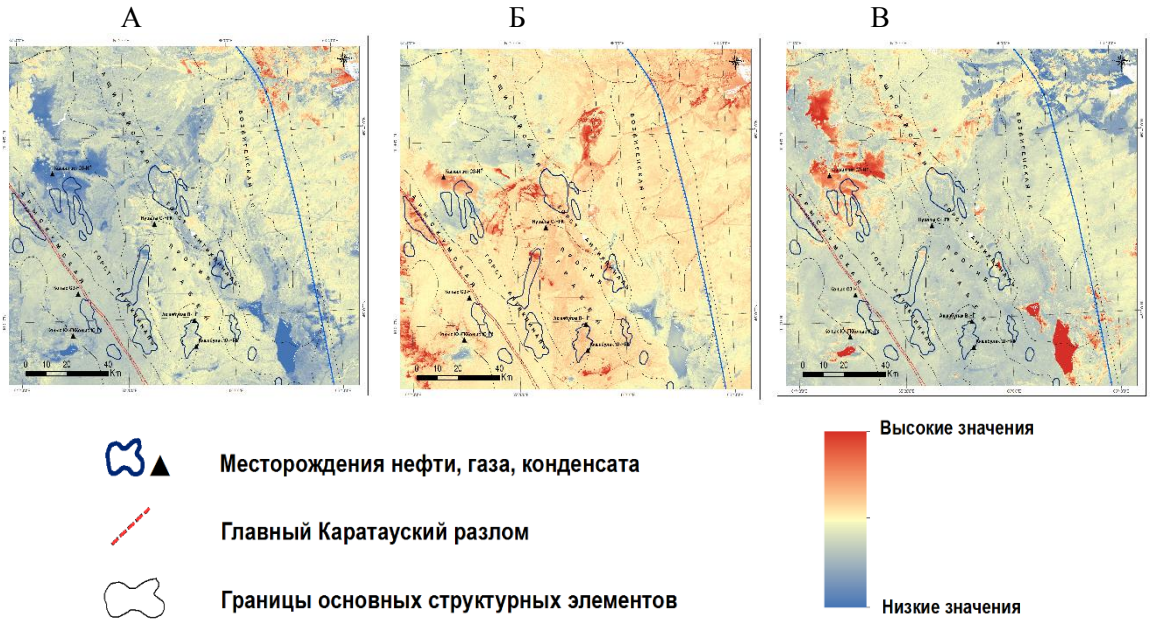


Рис. 3. Карты распределения спектральных индексов на территории Южно-Тургайского нефтегазоносного бассейна: А – двухвалентного железа, Б – трёхвалентного железа, В – глинистых минералов и карбонатов

Все три карты были совмещены в один FCC композит (False Color Composite) с индексом трехвалентного железа вместо красного цвета, индексом двухвалентного железа вместо зеленого, и индексом глинистых минералов и карбонатов вместо синего цвета. Была построена карта потенциальных зон просачивания углеводородов на основе композита с наложенным слоем основных тектонических разломов и известных месторождений, которая представлена на рисунке 4. Синие области на композите соответствуют потенциальным зонам просачивания углеводородов на поверхность, так как значения индекса глинистых минералов и карбонатов максимальны, а значения индекса трехвалентного железа минимальны на этих областях изображения. Как мы видим, общее направление тектонических разломов на исследуемой территории соответствует зонам возможного просачивания углеводородов на дневную поверхность, что также, в региональном масштабе, соответствует направлению Главного Каратауского разлома на исследуемой территории (с юго-востока на северо-запад).

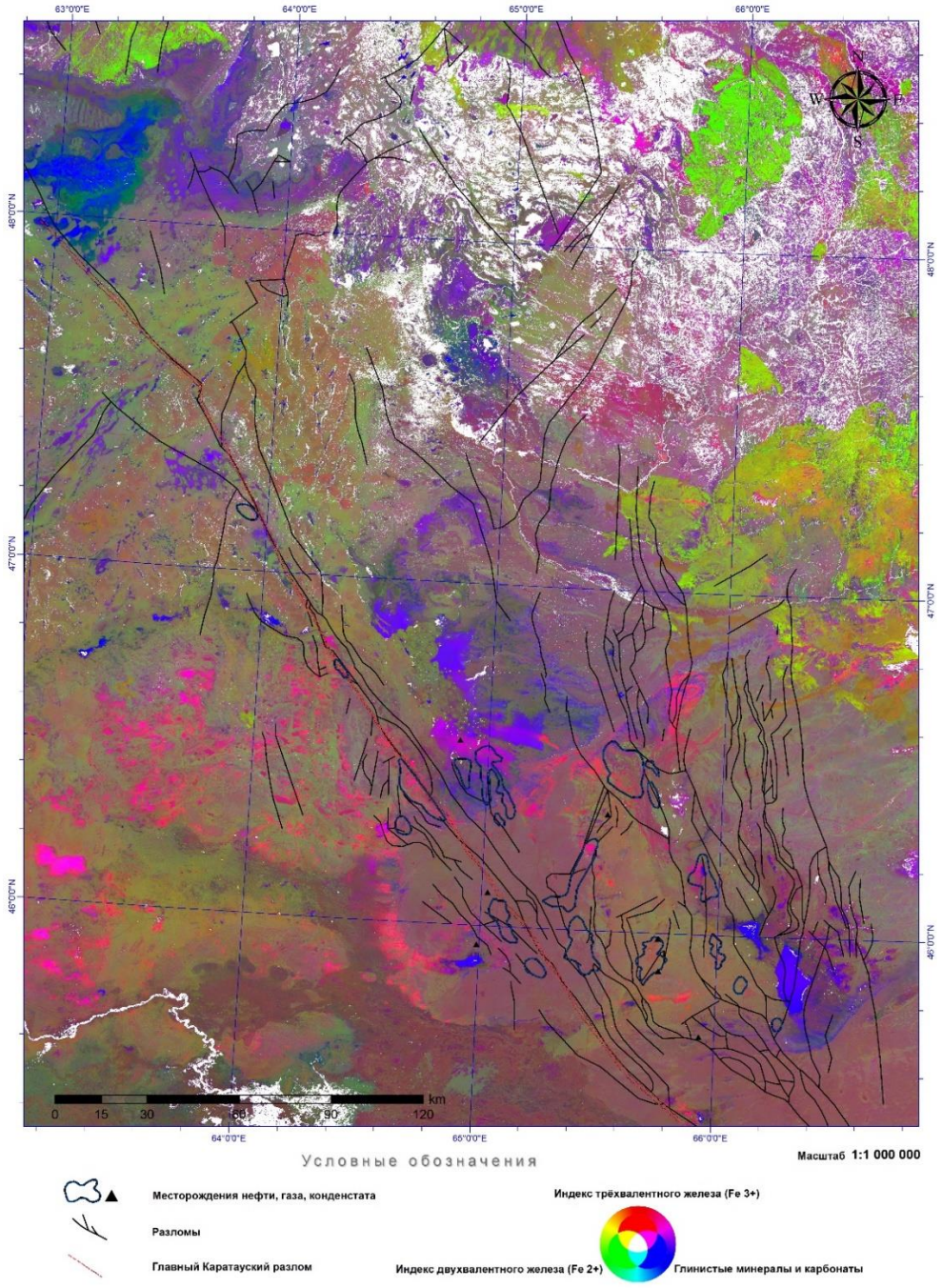


Рис. 4. Карта потенциальных зон просачивания углеводородов на поверхность и основных тектонических разломов. Синие области соответствуют зонам просачивания

Заключение. Выполненная работа подкрепляет концепцию дистанционного обнаружения изменений в поверхностных породах, вызванных просачиванием углеводородов в засушливых регионах на основе спутниковых снимков и обосновывает возможность использования дистанционного зондирования при разведке месторождений для минимизации экономических затрат и связанных с ними рисков.

Таким образом, можно сделать вывод, что дистанционное зондирование может эффективно использоваться для сужения областей поиска месторождений углеводородов на начальных стадиях разведки. Тем не менее, данные, полученные этим методом, нужно интегрировать с традиционными геофизическими методами, такими как сейсморазведка, гравиметрия, магниторазведка и т. д.

*Работа выполнена при поддержке республиканской бюджетной программы 008 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» в рамках научно-технической программы «Развитие космических технологий мониторинга и прогнозирования природных ресурсов, техногенных изменений окружающей среды**, создание космической техники и наземной космической инфраструктуры,** исследования объектов дальнего и ближнего космоса», в рамках проекта «Разработать прогнозно-поисковые критерии поисков месторождений углеводородов домезозойского комплекса для территории Южно-Торгайского нефтегазового региона на основе анализа космических и наземных данных» (2018-2020 гг.).*

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jones V., Drozd R. J. (1983) Prediction of oil or gas potential by near-surface geochemistry. American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 67. 932-952.

[2] Donald F. Saunders, K. Ray Burson, C. Keith Thompson (1999) Model for Hydrocarbon Microseepage and Related Near-Surface Alterations. AAPG Bulletin; 83 (1): 170–185. DOI:10.1306/00AA9A34-1730-11D7-8645000102C1865D.

[3] Schumacher D. (1996) Hydrocarbon-Induced Alteration of Soils and Sediments. AAPG Memoir. 66.

[4] Deutsch M., Estes J. E. (1980) Landsat detection of oil from natural seeps. Photogramm. Eng. Remote Sens. 46:1313–1322.

[5] Meer F., Dijk P. M., Van der Werff H., Yang H. (2002) Remote sensing and petroleum seepage: A review and case study. Terra Nova. 14. 1 - 17. DOI:10.1046/j.1365-3121.2002.00390.x.

[6] Abrams M. (2005) Significance of hydrocarbon seepage relative to petroleum generation and entrapment. Marine and Petroleum Geology. 22. 457-477. DOI:10.1016/j.marpetgeo.2004.08.003.

[7] Fu B., Zheng G., Ninomiya Y., Wang C., Sun G. (2007) Mapping hydrocarbon- induced mineralogical alteration in the northern Tian Shan using ASTER multispectral data. Terra Nova. 19. 225 - 231. DOI:10.1111/j.1365-3121.2007.00739.x.

[8] Khan S., Jacobson S. (2008) Remote sensing and geochemistry for detecting hydrocarbon microseepages. Geological Society of America Bulletin. 120. 95-105. DOI:10.1130/B26182.1.

[9] Petrovic A., Khan S., Chafetz H. (2008) Remote detection and geochemical studies for finding hydrocarbon-induced alterations in Lisbon Valley, Utah. Marine and Petroleum Geology. 25. 696–705. DOI:10.1016/j.marpetgeo.2008.03.008.

[10] Shi P., Fu B., Ninomiya Y., Sun J., Li Y. (2012) Multispectral remote sensing mapping for hydrocarbon seepage-induced lithologic anomalies in the Kuqa foreland basin, south Tian Shan. J Asian Earth Sci 46:70–77.

[11] Donovan T. J., (1974) Petroleum microseepage at cement, Oklaroma –evidence and mechanism. AAPG Bull. 58(3), 429–446.

[12] Yang H., Zhang J., Meer F. D., Kroonenberg, (2002) Geochemistry and field spectrometry for detecting hydrocarbon microseepage. Terra Nova. 10. 231 - 235. DOI:10.1046/j.1365-3121.1998.00196.x.

[13] Etiope G., Klusman R. (2010) Microseepage in drylands: Flux and implications in the global atmospheric source/sink budget of methane. Global and Planetary Change. 72. DOI:10.1016/j.gloplacha.2010.01.002.

[14] Klusman R. (2011) Comparison of surface and near-surface geochemical methods for detection of gas microseepage from carbon dioxide sequestration. International Journal of Greenhouse Gas Control. 5. DOI:10.1016/j.ijggc.2011.07.014.

[15] Everett J. R., Staskowski R., Jengo C. (2002) Remote sensing and GIS enable future exploration success. 223. 59-65.

[16] Hunt G. R. (1977) Spectral signatures of particulate minerals in the visible and near-infrared. Geophysics 42:501–513 DOI:10.1190/1.1440721.

[17] Mars J. C., Rowan L. C. (2010) Spectral assessment of new ASTER SWIR surface reflectance at a products for spectroscopic mapping of rocks and minerals. Remote Sens. Environ. 114(9), 2011–2025.

[18] Hörig B., Kühn F., Oschütz F., Lehmann F. (2001) HyMap hyperspectral remote sensing to detect hydrocarbons. International Journal of Remote Sensing. 22. 1413-1422. DOI:10.1080/01431160010013450.

[19] Clarke R., Cleverly R. (1991) Petroleum seepage and post-accumulation migration. Geological Society, London, Special Publications. 59. 265-271. DOI:10.1144/GSL.SP.1991.059.01.17.

[20] Lammoglia T., Souza Filho C. (2013) Unraveling Hydrocarbon Microseepages in Onshore Basins Using Spectral–Spatial Processing of Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Data. Surveys in Geophysics. 34. DOI:10.1007/s10712-013-9225-3.

[21] Van der Werff H., Meer F. (2016) Sentinel-2A MSI and Landsat 8 OLI Provide Data Continuity for Geological Remote Sensing. Remote Sensing. 8. 883. DOI:10.3390/rs8110883.

Чепашев Д. В.

LANDSAT-8 OLI спутниктік суреттерінің көмегімен оңтүстік торғай мұнай-газ бассейнінің аумағында көмірсутектердің жоғары қарай сіңіп өтуінің потенциалды аймақтарын карталау

Түйіндеме. Көмірсутектердің әлсіреген аймақтар арқылы геологиялық қиманың төменгі горизонттарынан жер бетіне ұзақ уақыт бойы көшуі негізгі жыныстармен әр түрлі химиялық реакциялармен қатар жүреді, бұл минералдың қайталама түзілуіне және өсімдік жамылғысының тежелуіне әкеледі. Жерді қашықтықтан зондтаудың заманауи әдістері тау-кен жыныстары мен өсімдіктер спектріндегі осындай өзгерістерді бақылауға мүмкіндік береді, бұл мұнайдың болашағы зор аумақтарында көмірсутектердің түсуінің ықтимал аймақтарын картаға түсіруге мүмкіндік береді. Осы мақсатта бұл жұмыста Landsat-8 OLI мультиспектралды сенсордың суреттері пайдаланылды. Зерттеу аймағы ретінде Оңтүстік Торғай мұнай және газ қоймасы таңдалды. Екінші реттік минералды түзілу көрсеткіштерін есептеу үшін спектральды канал коэффициенті әдісі қолданылды. Индекстелген есептік кескіндер көмірсутегі қабатының ықтимал аймақтарын көрсететін бір FCC композитті (False Color Composite) біріктірілді. Көмірсутекті қабаттың ауданын аймақтың тектоникалық жарылыстарының картасымен қабаттастыру арқылы салыстыру олардың аймақтық масштабта сәйкестігін көрсетті.

Түйінді сөздер: көмірсутектердің жоғары қарай сіңіп өту, Landsat-8 OLI, Оңтүстік-Торғай мұнай-газ бассейні, екінші минерал түзілуі.

УДК 004.056.53

S. Adilzhanova, G. Tyulepberdinova, G.Gaziz, M.Sakypbekova
(Al Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: asaltanat81@gmail.com)

ANALYSIS OF MATHEMATICAL METHODS FOR DYNAMIC MANAGEMENT OF CYBERSECURITY RESOURCES OF INFORMATIZATION OBJECTS

Abstract. This article discusses many threats, vulnerabilities, and risks information system. Communication models are offered information risks and resources that can reduce data risks. Based on these models, the optimal search is performed allocation of resources to reduce information security risks safety. As a result, the complexity of security systems and increase their cost. The development of issues is particularly relevant optimization of the performance of the system of information protection in terms of dynamic confrontation.

Key words: cyber defense, cybercrime, dynamic management, information space, information security.

С.А. Адилжанова, Г.А. Тюлепбердинова, Г. Ғазиз, М.Ж. Сақыпбекова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан)

АҚПАРАТТАНДЫРУ ОБЪЕКТІЛЕРІНІҢ КИБЕРҚАУІПСІЗДІК РЕСУРСТАРЫН ДИНАМИКАЛЫҚ БАСҚАРУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ

Андатпа. Бұл мақалада ақпараттық жүйенің көптеген қатерлері, осалдықтары мен тәуекелдері қарастырылады. Ақпараттық тәуекелдер мен ресурстардың байланыс модельдері ұсынылады, олар осы тәуекелдерді төмендетуі мүмкін. Мұндай модельдер негізінде ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін төмендетуге ресурстарды оңтайлы бөлуді іздестіру жүргізіледі. Нәтижесінде - қорғау жүйелерін күрделендіру және олардың құнын ұлғайту. Динамикалық қарсы тұру жағдайында ақпаратты қорғау жүйесінің көрсеткіштерін оңтайландыру мәселелерін әзірлеу ерекше өзектілікке ие болады.

Түйін сөздер*:* киберқорғау, киберқылмыс, динамикалық басқару, ақпараттық кеңістік, ақпаратты қорғау.

Кіріспе

Қазіргі уақытта ақпараттық қауіпсіздік саласындағы оқыс оқиғалардың күрт өсуі байқалады, олар кең таралған және қауіпті сипатқа ие. Мұндай шабуылдардың көпшілігі жеке, корпоративтік, сондай-ақ мемлекеттік мүдделердің кең ауқымын қозғайды. Қауіптерді дамытудың басты үрдістері мыналар болып табылады: көптеген шығындарға әкелетін шабуылдар санының өсуі; бірнеше кезеңді қамтитын және қарсы іс-қимылдың ықтимал әдістерінен қорғаудың арнайы әдістерін қолданатын шабуылдар күрделілігінің өсуі.; іс жүзінде барлық электрондық (цифрлық) құрылғыларға әсер ету, олардың ішінде соңғы уақытта мобильді құрылғылар барынша үлкен мәнге ие болады, ал олар ақпараттық қауіпсіздік саласындағы тәуекелдерге барынша бейім; ірі корпорациялардың, аса маңызды өнеркәсіптік объектілердің және тіпті мемлекеттік құрылымдардың ақпараттық инфрақұрылымына шабуыл жасаудың барынша жиі орын алуы; компьютерлік технологиялар саласында неғұрлым дамыған елдердің басқа мемлекеттерге киберқылмыс құралдары мен әдістерін қолдануы. Бұл ақпарат саласындағы қылмыскерлердің жаңа шабуылдары туралы хабарланатын күнделікті жаңалықтармен расталады.

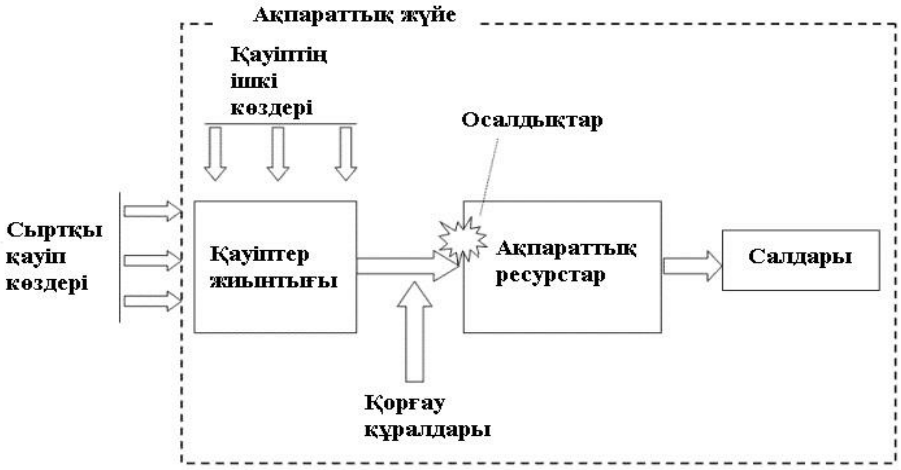
Зерттеу әдістері.

Ақпаратты тиімді қорғау-бұл ең маңызды заманауи проблемалардың бірі, өйткені ақпараттық ресурс Қазіргі әлемдегі экономикалық дамудың басты түйткілдерінің бірі болды. XXI ғасырдың жоғары ақпараттық технологияларын қолдану, бір жағынан, кәсіпорындар мен ұйымдардың қызметінде елеулі артықшылықтар береді, ал екінші жағынан – ақпараттық жүйенің ресурстары мен

деректеріне рұқсатсыз қол жеткізудің сапалы жаңа мүмкіндіктеріне алып келеді, бұл ақпараттың таралып кетуіне, жоғалуына, бұрмалануына, жойылуына, көшірілуіне және бұғатталуына, соның салдарынан экономикалық, әлеуметтік немесе басқа да залал түрлерін келтіруге әкеп соғады. Яғни, ұйымның ақпараттық технологияларын таратумен Ақпараттық жүйелер мен қызметтерге неғұрлым тәуелді, демек, қауіпсіздік қатерлеріне қатысты неғұрлым осал болып табылады. Сондықтан ақпаратты қорғау мәселесі бүгінгі күні өте маңызды болып тұр. Алайда ақпаратты қорғаудың қажетті деңгейін қамтамасыз ету өте күрделі міндет, өзінің шешімі үшін ұйымдастыру іс-шараларының тұтас жүйесін құруды және ақпаратты қорғау жөніндегі арнайы құралдар мен әдістерді қолдануды талап етеді.

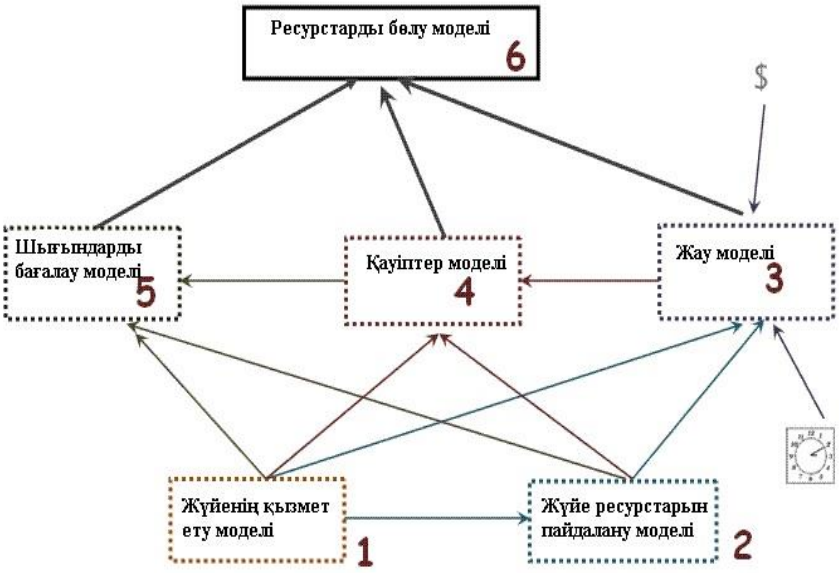
Негізгі бөлімі

Ақпаратты қорғау процесі-бұл ақпаратқа әсер ететін қауіп-қатерлердің және ақпаратты қорғау құралдарының олардың әсеріне кедергі келтіретін өзара іс-қимыл процесі. Жалпы түрде АЖ-да ақпаратты қорғау процесінің моделі 1-суретте көрсетілгендей ұсынылуы мүмкін.



1-сурет.

Ақпаратты қорғау процесін ақпаратты қорғайтын ресурстарды бөлу процесі ретінде де қарау қажет. Қорғау құралдарын оңтайлы таңдау ақпаратты қорғауға бөлінетін ресурстарды пайдалану мен бөлудің жетілдірілген моделін құру арқылы одан әрі шешу жоспарланып отырған күрделі міндет болып табылады [9]. Ресурстарды бөлу моделі 2-суретте көрсетілген [9].



2-сурет. Ақпаратты қорғау құралдарын таңдау процесінің жалпы моделі

Ресурстарды бөлу моделі қауіптер моделінің, сондай-ақ шығындарды бағалау моделінің негізінде қарсыластың және қорғалатын Тараптың мүмкіндіктеріне сүйене отырып құрылады, өйткені қорғау шараларын таңдауда экономикалық орындылыққа сүйене отырып, қорғау құралдарына жұмсалатын шығындар ақпараттық қауіпсіздікті бұзудан болатын болжамды шығыннан аспауы тиіс [8,9].

Ресурстарды бөлу моделін формальды түрде сипаттауға болады. Ол көптеген ақпараттық қауіп-қатерлерді қамтиды:;

* ақпарат қатерін сәтті іске асырған жағдайда, жүйенің шығындарына көптеген сандық бағалау;
* ақпаратты қорғау құралдарын қолданған жағдайда жүйе шығынының көптеген сандық бағалары;
* деструктивті әрекеттерді жүзеге асыру үшін көптеген құралдар;
* көптеген бұзушылар;
* ақпаратты қорғаудың көптеген құралдары;
* қауіп-қатерлерді іске асыру үшін шабуылдаушы жағы бар уақыт;
* қарсыласы бар қаржы қаражаты

Бұл модельді құру нәтижелері қарсылас моделін, қауіптер моделін, шығындарды бағалау моделін, сондай-ақ ресурстарды бөлу моделін құру үшін маңызды.

Қорғаудың ғылыми-әдістемелік базисінің негізгі элементтерінің бірі қаскүнемдердің іс-қимыл нұсқаларын ескере отырып, қорғау объектілері арасында ақпаратты қорғау ресурстарын оңтайлы бөлу есебінен ақпараттық жүйелердің қорғалу деңгейін арттыру болып табылады. Оларды құру үшін негіз ақпаратты қорғаудың жалпы мақсаттары (міндеттері) және қорғау жүзеге асырылатын шарттар болып табылады. Қорғау жүйесінің моделін құру міндетін шешу кезінде туындайтын мәселелердің бірі қорғаудың талап етілетін деңгейін қамтамасыз ету үшін қажетті ресурстар көлемін бағалау және оларды тиімді бөлу болып табылады және тиісінше осы модельде ресурстарды бөлу процестерін айқындаушы болуға тиіс.

Мемлекеттік басқару саласын ақпараттандырудың қол жеткізілген жоғары деңгейіне, қоғам мен жеке тұлғаның өмірінің түрлі салаларында, қорғаныс пен қауіпсіздікті қоса алғанда, АКТ-ны кеңінен пайдалануға қарамастан, Қазақстан АКТ-ның отандық секторы ұлттық экономиканы әртараптандыру бағдарламасына практикалық үлес қосатын ел болуы тиіс. Қазақстан, киберқауіпсіздікті қамтамасыз ету технологияларын қоса алғанда, айтарлықтай дәрежеде алдыңғы қатарлы IT технологияларға ие болған ел ретінде, кез келген сәтте эксперимент объектісі ретінде әрекет ететін немесе елдің ақпараттық-коммуникациялық инфрақұрылымының аса маңызды объектілеріне нақты әсер ететін қылмыстық ұйымдар мен жекелеген тұлғалар тарапынан күтпеген нәтижемен кез келген жағдайға тап болуы мүмкін. Ресей мен Украинада ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету жөніндегі мәселелердің тақырыптары мен шешімдері көптеген жұмыстар бір-бірімен қиылысады және көптеген ортақ және көп айырмашылықтар бар. Егер Украина мен Ресейде ақпараттық қауіпсіздіктің тұжырымдамалық және ғылыми-әдістемелік негіздері қоғамның бұрыннан емес ақпараттандырылуына және жоғары технологияларды қолдануға байланысты әзірлене бастаса, онда жаһандық контексте ақпараттық қауіпсіздік бұрыннан бері және өте белсенді дамып келеді, бұл туралы осы тақырыптағы ағылшын тіліндегі жұмыстардың үлкен саны мен шешілетін проблемалар шеңберін куәландырады.

Бұл мақалада егжей-тегжейлі қарау және зерттеу үшін шабуыл жасау және ақпараттық жүйеге қорғау тараптарының кезекпен шешім қабылдау салдарларын Имитациялық модельдеуді жүргізу әдістемесі таңдап алынды және ұсынылды. Динамикалық режимде бағалау пайдаланылады, бұл ресурстарды бөлуді оңтайландыру жөніндегі ұсыныстарды тұжырымдауға және ақпарат қатерін іске асырудан күтілетін зиянның мөлшерін бағалауға мүмкіндік береді. Ақпараттық қауіпсіздік жай-күйінің өзгеру динамикасын зерттеу үшін тараптардың әртүрлі бағыттағы қарсы тұру процестерін іске асыру моделін пайдалану жөніндегі практикалық ұсынымдар тұжырымдалады. Сондай-ақ, қорғау объектісінің ақпараттық қауіпсіздігінің кепілдігін бағалауға мүмкіндік беретін инвестициялық әдісті пайдалану тиімділігіне талдау жүргізу бойынша ұсынымдар тұжырымдалады. Болашақта киберқорғау ресурстарын динамикалық басқару процесін автоматтандыруға мүмкіндік беретін бағдарламалық кешенді әзірлеу жоспарлануда.

Ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін төмендетуге ресурстарды бөлуді оңтайландыру кез келген ақпараттық жүйе үшін маңызды, ол жүйенің тәуекелдерін кешенді қарауға және оларды төмендетуге артық шығындарды болдырмауға көмектеседі. Құрылған модельдерде ақпараттық жүйеде болатын, осы проблеманы интуитивті шешу кезінде назар аудармауға болатын әртүрлі ерекшеліктер ескеріледі.

Ақпараттық саланы дамыту және оның көлемі мен құнының тиісті өсуі мемлекеттің қоғамдық өмірінің барлық салаларына озық ақпараттық технологияларды енгізумен сүйемелденеді, бұл шабуылдардың жиілігін және ақпараттың таралып кетуінен болатын ықтимал залалды арттыруға әкеп соғады. Нәтижесінде - қорғау жүйелерін күрделендіру және олардың құнын ұлғайту. Мұндай жағдайларда шектеулі қаржы ресурстарын шаруашылық қызмет субъектілерінің ақпаратын қорғауға тиімді бөлу міндеті неғұрлым маңызды болып табылады және едәуір дәрежеде мемлекеттің ақпараттық қауіпсіздік деңгейін айқындайды. Динамикалық қарсы тұру жағдайында ақпаратты қорғау жүйесінің көрсеткіштерін оңтайландыру мәселелерін әзірлеу ерекше өзектілікке ие болады. Мұндай көрсеткіштер қорғау жүйесінің тиімділігін, ақпаратты қорғауға инвестицияларды енгізуден түсетін пайданы, олардың рентабельділігін және тағы сол сияқтыларды анықтайтын жоғалған ақпараттың үлесі болуы мүмкін [7]

Қорытынды

Мақаланың ғылыми жаңалығы ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін төмендетуге арналған ресурстарды бөлудің ең тиімді тәсілін табу әрекеті болып табылады және теориялық, әдіснамалық, эксперименталдық және ақпараттық-технологиялық негіздеме және мәселені шешу болып табылады. Ғылыми нәтижелердің маңыздылығы ұсынылған әдісті пайдалану тиімділігін бағалаудың әзірленген әдістемесі негізінде қазіргі заманғы инфокоммуникациялық технологияларды пайдалана отырып, динамикалық режимде күрделі ақпараттық жүйелерде ресурстарды бөлуді оңтайландыру процесін кешенді іске асыру үшін бағдарламалық өнімді құру болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1].Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. - :ТИД Диа Софт, 2002 - с. 688

[2] Official ISACA site [Электронный ресурс]- Режим доступа к статье: http://www.isaca.org.

[3] Official ISACA site. The Business Model for Information Security [Электронный ресурс] — Режим доступа к статье: http://www.isaca.org/Knowledge-Center/BMIS/Pages/Business-Model-for-Information-Security.aspx

[4] Nina Dobrinkova. Information Security – Bell-La Padula Model [Электронный ресурс] — Режим доступа к статье: http://www.iit.bas.bg/PECR/62/53-59.pdf

[5] Табаков А.Б. Разработка моделей оптимизации средств защиты информации для оценки страхования информационных рисков [Электронный ресурс] — Режим доступа к статье:http://ej.kubagro.ru/2005/04/02/

[6] Гроздов Г. Г. Способ решения задачи формирования комплексной системы защиты информации для автоматизированных систем 1 и 2 класса [Текст] / Г. Г. Гроздов // (Препринт/ НАН Украины. Отделение гибридных управляющих систем в энергетике ИПМЭ им. Г. П. Пухова НАН Украины; № 01/2005) – Киев : ЧП Нестреровой, 2005. – С. 66.

[7] Akhmetov, B., Lakhno, V., Akhmetov, B., Alimseitova, Z. (2019). Development of sectoral intellectualized expert systems and decision making support systems in cybersecurity, Advances in Intelligent Systems and Computing, 860, pp. 162-171.

[8] Lakhno, V., Zaitsev, S., Tkach, Y., Petrenko, T. (2019). Adaptive expert systems development for cyber attacks recognition in information educational systems on the basis of signs' clustering, Advances in Intelligent Systems and Computing, 754, pp. 673-682.

[9] Lakhno, V.A., Kravchuk, P.U., Malyukov, V.P., Domrachev, V.N., Myrutenko, L.V., Piven, O.S. (2017). Developing of the cyber security system based on clustering and formation of control deviation signs, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 95 (21), pp. 5778-5786.

Адилжанова С.А., Тюлепбердинова Г.А., Ғазиз Г., Сақыпбекова М.Ж.

Анализ математических методов динамического управления ресурсами кибербезопасности объектов информатизации

Резюме. Рассматриваются множества угроз, уязвимостей и рисков информационной системы. Предлагаются модели связи информационных рисков и ресурсов, которые могут снизить данные риски. На основе таких моделей производится поиск оптимального распределения ресурсов на снижение рисков информационной безопасности.. Как результат - усложнение систем защиты и увеличения их стоимости. Особую актуальность приобретает разработка вопросов оптимизации показателей системы защиты информации в условиях динамического противостояния.

Ключевые слова: киберзащита, киберпреступность, динамическое управления, информационное пространство, защита информации.

УДК 004.383

D. A. Yussupova, Ch. A. Alimbayev, Zh. N. Alimbayeva,
N. A. Bayanbay K. A. Ozhikenov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: yussupova_di@mail.ru)

SURFACE ELECTROMYOGRAPHY SIGNAL PROCESSING TECHNIQUES

Abstract. Electromyography (EMG) signals are becoming increasingly important in many applications, including clinical/biomedical, prosthesis or rehabilitation devices, human machine interactions, and more. However, noisy ЭМГ signals are the major hurdles to be overcome in order to achieve improved performance in the above applications. Detection, processing and classification analysis in electromyography is very desirable because it allows a more standardized and precise evaluation of the neurophysiological, rehabitational and assistive technological findings. This paper reviews two prominent areas; first: the pre-processing method for eliminating possible artifacts via appropriate preparation at the time of recording EMG signals, and second: a brief explanation of the different methods for processing and classifying EMG signals. This study then compares the numerous methods of analyzing EMG signals, in terms of their performance. The crux of this paper is to review the most recent developments and research studies related to the issues mentioned above.

Key words: electromyography, noise source, wavelet, surface electromyography, exoskeleton

Д. А. Юсупова, Ч. А. Алимбаев, Ж. Н. Алимбаева,
Н. А. Баянбай, К. А. Ожикенов
(Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: yussupova_di@mail.ru)

БЕТТІК ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ СИГНАЛЫН ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. Электромиография (ЭМГ) сигналдары көптеген қолданбаларда, оның ішінде клиникалық/биомедициналық, протездік немесе қалпына келтіру құрылғыларында, адам машиналарымен өзара әрекеттесуде және басқаларында маңызды бола түсуде. Алайда, шулы ЭМГ сигналдары жоғарыда көрсетілген қосымшаларда жоғары көрсеткіштерге қол жеткізу үшін еңсеруге тиісті кедергілер болып табылады. Электромиографиядағы анықтау, өңдеу және классификациялау өте қажет, өйткені олар нейрофизиологиялық, қалпына келтіру және көмекші технологиялық нәтижелерді стандартталған және дәл бағалауға мүмкіндік береді. Бұл мақалада екі негізгі бағыт қарастырылады: біріншіден, ЭМГ сигналдарын жазу кезінде тиісті артефактілерді жоюдың алдын-ала өңдеу әдісі, екіншіден, ЭМГ сигналдарын өңдеудің және жіктеудің әртүрлі әдістеріне қысқаша түсініктеме. Содан кейін бұл зерттеу ЭМГ сигналдарын олардың өнімділігі тұрғысынан талдаудың көптеген әдістерін салыстырады. Бұл құжаттың мәні жоғарыда аталған мәселелерге қатысты ең соңғы әзірлемелер мен зерттеулерге шолу жасау болып табылады.

Түйін сөздер: электромиография, шу көзі, толқын, беттік электромиография, экзоскелет

1. ЭМГ сигналдарына кедергі жасау көздері

Бұлшықетте пайда болатын нақты ЭМГ сигналының сәйкестілігі әртүрлі шу сигналдары немесе артефактілердің араласуы нәтижесінде жоғалады. ЭМГ сигналының белгілері объектінің ішкі құрылысына, оның ішінде терінің жеке қалыптасуына, қан ағымының жылдамдығына, өлшенген тері температурасына, тіндердің құрылымына (бұлшықет, май және т.б.), өлшеу орнына және т.б. байланысты болады. Бұл атрибуттар ЭМГ сигналдарында болатын шуыл сигналдарының әр түрін жасайды. Бұл белгілерді оқшаулау нәтижесіне әсер етуі мүмкін, сондықтан ЭМГ сигналдарының диагнозына әсер етуі мүмкін. ЭМГ сигналын қабылдау кезінде кедергілерді жоюдың әртүрлі әдістері ұсынылды, және бұл тақырып тәжірибешілер арасында танымал болып қала береді. ЭМГ сигналдарын талдаудағы негізгі мәселелер төменде түсіндірілген.

1.1. Электродтағы ішілік шу

Электрондық жабдықтың барлық түрлері электрлік шу шығарады, әйтпесе «ішкі шу» деп аталады. Бұл шу 0 Гц-тен бірнеше мың Гц дейінгі жиіліктік компоненттерге ие. Кеңінен қолданылатын ЭМГ сигналдарының екі түріне беттік ЭМГ және бұлшықет ішілік (ине және жұқа сым) ЭМГ жатады. Бұлшықет ішілік ЭМГ жүргізу үшін ине электрод немесе ине екі жұқа сым электродтары (инвазивті

электрод) қызығушылық бұлшықетіне орналастырылады. Алайда, клиникалық және физиологиялық қолдану кезінде беткі электродтарды қолдану анағұрлым қолайлы болды. Беттік электродтардың артықшылығы - олар инвазивті емес және электродты орнатпас бұрын науқасты анестезиялау қажет емес. Операция қарапайым және ауыртпалықсыз.

ЭМГ-ны жазу үшін зерттеу объектісінің терісіне инвазивті емес электродтар қолданылады [1]. Тіркеу мақсатында күміс / күміс хлоридінен (10 × 1 мм) жасалған электродтар шу деңгейіне сәйкес келетін сигнал беретіндігі және электрлік өте тұрақты екендігі анықталды. Осы себепті олар беттік электродтар ретінде кеңінен қолданылады. Электрод мөлшері ұлғайған кезде импеданс азаяды. Алайда электрод мөлшері өте үлкен болуы міндетті емес. Екінші жағынан, электродтардың жоғары өткізбеуі сигнал сапасын тиімді төмендетеді және сигналдан шуылға қатынасын береді. Сондықтан екі параметрді де қарастырған жөн. Зерттеушілерге статистикалық қуаты жоғары немесе көптеген электродтар қажет болатын тәжірибелер үшін жоғары электродты кедергілерді қолдануға рұқсат етіледі, бірақ олар статистикалық күші тым төмен болатын эксперименттер үшін төмен электродтық кедергілерге ауысады. Бұл шуды зияткерлік схемамен және жоғары сапалы құралдармен жоюға болады.

1.2. Қозғалыс артефактісі

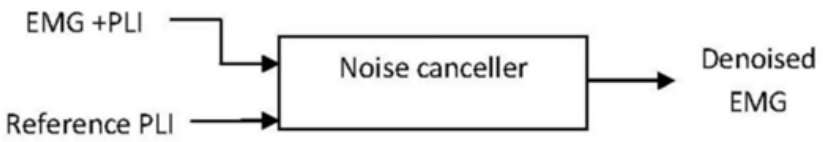
Электродты күшейткішке және электродты анықтайтын бет пен тері арасындағы интерфейске жалғайтын кабельді қозғалту қозғалыс артефактілерін жасайды. Бұлшықет талшықтары бұлшықет белсенді болған кезде электрлік белсенділік тудырады. ЭМГ сигналдары электродтарды бұлшықет топтарына жақын орналастыру арқылы жазылады. Бұлшықет іске қосылған кезде бұлшықеттің ұзындығы қысқарады, ал бұлшық еттер, тері және электродтар бір-біріне қатысты қозғалады [2]. Бұл уақытта электродтар қозғалысқа қатысты кейбір артефактілерді көрсетеді. Қозғалыс шуларының жиілік диапазоны әдетте 1-10 Гц және ЭМГ амплитудасымен салыстырылатын кернеуге ие. Кірістірілген электродтар қозғалыс артефактісін айтарлықтай жоя алады, бұл жағдайда терінің беті мен электролит электродының беті арасында өткізгіш гель қабаты қолданылады. Қозғалыс артефактінің тағы бір түрі терінің қабаттары арасындағы мүмкін айырмашылықтан туындайды. Реттелген электродтар бұл артефактты алып тастай алмайды. Алайда, артефактың бұл түрі терінің кедергісін азайту арқылы нашарлайды. Там мен Вебстер терінің тырнауы бұл артефактілерді азайтатынын анықтады. Бербанк пен Вебстер артефактілерді азайтатын пункция әдісін қолдана отырып, терінің төмен импеденциясына қол жеткізуге болатындығын көрсетті. Қозғалыс артефактінің динамикалық жиырылу кезінде ЭМГ сигналынан ауытқуы үшін төрт сүзу процедурасы сыналды. Бұл процедураларға бұрыштық жиілігі 20 Гц болатын сегізінші ретті жоғары жылдамдықты сүзгілер кіреді; қозғалмалы орташа сүзгі; жылжитын медианалық сүзгі; Мейер ортогональды толқындарына негізделген бейімделгіш сүзгі. Олар толқын процедурасы барлық ақпаратты сақтайтындығын және уақытты басқа әдістерге қарағанда дәл анықтайтындығын анықтады.

1.3. Электромагниттік шу

Адам денесі антенна сияқты әрекет етеді - дененің беті электромагниттік шу көзі болып табылатын электрлік және магниттік сәулелермен толып тұрады. Қоршаған ортадағы электромагниттік көздер қажетсіз сигналмен қабаттасады немесе бұлшықетке жазылған сигналдан бас тартады. Қоршаған ортадағы шудың (электромагниттік сәуле) амплитудасы бізді қызықтыратын ЭМГ сигналына қарағанда кейде бір-үш есе көп [3].

Адам денесінің беті үнемі электромагниттік сәуле шығарады және қоршаған орта шуының Жер бетіне әсерін болдырмау мүмкін емес. 60 Гц (немесе 50 Гц) қоршаған ортаның шуылына қатысты басты мәселе электр қуатының кедергісі (PLI) деп аталады. Бұл электродтың кедергісі мен пациент пен кабельдер арқылы өтетін токтардың айырмашылығына байланысты. Алайда, жазылған артефактіні жою үшін автономды өңдеу қажет. Жоғары өту сүзгісі егер бұл жиілік жоғары болса, кедергіні жоя алады. Алайда, егер PLI-дің жиілік мазмұны ЭМГ сигналында болса, онда ЭМГ сигналының табиғатын тану өте маңызды. 50 Гц ПЛИ және оның төрт гармоникасы (мысалы, 100, 200, 300 және 400 Гц) математикалық теңдеумен құрастырылған:

$$PLI_{ref} = \cos(2\pi\ 50t) + \cos(2\pi\ 100t) + \cos(2\pi\ 200t) + \cos(2\pi\ 300t) + \cos(2\pi\ 400t) \quad (1)$$



1-сурет. PLI жою жүйесінің жалпы блок-схемасы

1-суретте PLI жою жүйесінің жалпы моделі көрсетілген. PLI кедергісін төмендету үшін бейімделген сүзгілеудің бірқатар әдістері ұсынылады, мысалы, адаптивті FIR шоқтығы фильтрі, бейімделгіш IIR қыстырғыш сүзгісі, Фурье түрлендіргішін қолдана отырып бейімделмейтін сүзгі және т.б. Тиімді Lagerra сүзгісі электр желісінің кедергілерін ЭМГ сигналдарынан сәтті жояды; іс жүзінде, ол басқа бейімделетін алгоритмдерге қарағанда тиімділігі көрсетілді. Бұл сүзгі электр желісінің кедергілерінен ешқандай ақпаратты пайдаланбай ЭМГ сигналының SNR мөлшерін едәуір арттыра алады.

1.4. Ішкі шу

Анатомиялық, биохимиялық және физиологиялық факторлар біртұтас бұлшықет талшықтарының санына, белсенді талшықтардың тереңдігі мен орналасуына, сондай-ақ тіндердің мөлшеріне байланысты болады. Бұл факторлар ішкі шу деп аталады және ЭМГ сигналының сапасына тікелей әсер етеді. ЭМГ сигналдарын талдау кезінде әдетте физикалық сыйымдылық әсерлері шамалы деп саналады. Алайда f немесе бұлшықет тіндеріне қатысты бұл болжамдар дұрыс болмауы мүмкін. Бұлшықеттің өткізгіштігі де, өткізгіштігі де жиілікке байланысты (дисперсия). Сонымен қатар, тері салыстырмалы түрде төмен өткізгіштікке және жоғары диэлектрлік тұрақтыға ие, сондықтан оның сыйымдылығы айтарлықтай болады деп күтуге болады, ал диэлектрлік константаның дисперсиялық әсері анағұрлым айқын болады. Сондықтан, сыйымдылық әсерлері ЭМГ сигналына ішкі шу ретінде де әсер етеді. Бұлшық еттер мен электродтар арасындағы тіндердің мөлшері, олардың қалыңдығымен бірге, ЭМГ сигналының амплитудасына әсер етеді. Хемингуэй және т.б. егер беткі электрод пен белсенді бұлшықеттер арасындағы тері астындағы тіннің қалыңдығы жоғарыласа, онда электромиографиялық белсенділік азаятындығы көрсетілді. Олар бұлшықеттердің күшін 45 С-қа төмендеткен 20 қалыпты заттарды зерттеп, әсерін байқады. Барлық заттардың тері астындағы тіндерінің мөлшері әртүрлі болғанын атап өткен жөн. Денедегі артық май мөлшері ЭМГ үшін ішкі шу болып саналады, өйткені ол белсенді бұлшықет талшықтары мен анықталған жерлер арасындағы бөлінуді арттырады. Жазу орындарында май қабатының хирургиялық төмендеуі беттік ЭМГ сигналының амплитудасын арттырады. Бұл әсерлерді кеңістіктік жоғары өту сүзгілерін қолдану арқылы ішінара азайтуға болады.

1.5. Сигналдардың тұрақсыздығы

ЭМГ сигналының амплитудасы квази-кездейсоқ сипатта болады. 0-ден 20 Гц дейінгі жиілік компоненттері көбінесе тұрақсыз, өйткені олар мотор блоктарының жауап беру жылдамдығына байланысты. Қозғалтқыш қондырғыларының атылу жылдамдығы квази-кездейсоқ сипатқа ие. Осы сигнал компоненттерінің тұрақсыздығына байланысты ол қалаусыз шу деп саналады. Белсенді қозғалтқыш қондырғыларының саны, қозғалтқыштың атылу жылдамдығы және бұлшықет талшықтарының арасындағы механикалық өзара әрекеттесу ЭМГ сигналындағы ақпараттың әрекетін өзгерте алады.

1.6. Электрокардиографиялық (ЭКГ) артефактілер

Жүректің электрлік белсенділігі иық белдеуіндегі беттік электромиографияның негізгі компоненті болып табылады, оны «электрокардиограмма артефакты (ЭКГ)» деп атайды. Жүректің белсенділігі (ЭКГ артефакты) көбінесе ЭМГ сигналдарын, әсіресе магистральды бұлшықеттерді электромиография кезінде ластайды. Бұлшықет патологиялық тобын таңдау арқылы жүзеге асырылатын ЭМГ электродтарын орналастыру көбінесе ЭМГ-де ЭКГ-мен ластану деңгейін анықтайды. Жазу орнында фазадан бас тартуға, мүмкін болса, жүрек осі бойына биполярлы жазу электродтарын мұқият орналастыруға байланысты ЭМГ-де ЭКГ-мен ластануды барынша азайтуға болады. ЭКГ және ЭМГ сигналдарының қабаттасу жиілігі мен олардың салыстырмалы сипаттамалары,

мысалы, стационарлық емес және өзгермелі уақытша пішінге байланысты, ЭМГ сигналынан ЭКГ артефактілерін шығару өте қиын. ЭКГ-мен ластану ЭМГ активтенуінің максималды ерікті төмендетуінің (MVC) 25% -ынан төменде ғана айқындалады. ЭКГ артефактілерінің бұрмалану деңгейі samg параметрлері тұрғысынан айтарлықтай маңызды және SECG статикалық өлшеулерінде байқалады деп болжанады. 100 Гц жиіліктегі жоғары өткізу сүзгісі ЭКГ кедергісінің әсерін айтарлықтай жояды. Әр уақытта субьектілер тұрақты түрде қысқаратын болса, ЭКГ артефакты әсерінен қайталанатын тербелістер беткейлік ЭМГ сигналдарының қарқындылығында болады. Жоғары жылдамдықты сүзгі - бұл ЭКГ артефакты тудырған дірілді жоюдың өте тиімді әдісі.

2. ЭМГ сигналдарын өңдеу

2.1. Вавлетті талдау

Клиникалық диагностика және биомедицина саласында қуатты және озық әдістерді қолдана отырып, ЭМГ сигналдарын талдау медицина мамандары үшін қажет құралға айналуда. Бұл шолу ЭМГ сигналдарын өңдеудің соңғы жетістіктерін қамтиды.

Уақыт жиілігінің жазықтығы - сигналды талдаудағы ең негізгі ұғымдардың бірі. Wigner-Will Distribution (WVD) - бұл ЭМГ сигналын талдау үшін қолданылатын, бір реттік уақытты жиілікті бейнелеу әдісі. 1992 жылы Рикамато және т.б. WVD көмегімен мотор бөлігінің жиілік диапазонын көрсетуге болатындығы көрсетілген [4]. WVD сигналдың лезде жиілігі мен уақытында жоғары шоғырланған, бұл осы әдісті локализациялаудың тамаша қасиеті болып табылады. Бұл крест әсері бар және өте шулы. Сондықтан ЭМГ сияқты көп компонентті сигналды талдау үшін өте қолайлы емес.

Вавелеттер дәстүрлі Фурье түрлендіру әдісіне балама ретінде танымал бола бастады. Толқындық түрлендіруді дискретті және үздіксіз түрлерге бөлуге болады. Ол уақытты да, жиілікті де икемді ажыратымдылығы бар сигналдарды тиімді түрлендіреді. Дискретті толқындық түрлендіруді (DWT) қолдана отырып, сигналды өңдеуге кететін уақыт аз. Алайда, толқындардың үздіксіз түрленуінде (CWT) ол төменгі үлгінің болмауына байланысты біршама дәйекті және аз уақытты алады. DWT әдісі беттік ЭМГ (sЭМГ) сигналдары сияқты стационар емес сигналдарды талдауда сәтті болды, бірақ кеңістіктік сипаттаманың векторын береді.

СӨЖ үшін негізгі аналитикалық өрнек төмендегі (2) теңдеуде келтірілген. Толқынның түрленуінде b масштабына сәйкес келетін толқын және уақыт позициясы төмендегідей қолданылады:

$$\psi(a,b) = {}^{1}\Big/_{\sqrt{|a|}}{}^{\psi(\frac{t-b}{a})} \tag{2}$$

мұндағы ψ (t) - «аналық толқын», оны жолақ функциясы ретінде алуға болады. $\sqrt{|a|}$ факторы энергияның сақталуын қамтамасыз ету үшін қолданылады, ол a және b мәндерінің бәріне бірдей. Уақыт шкаласының (a, b) параметрлерін дискретизациялаудың әртүрлі тәсілдері бар және олардың әрқайсысы толқын түрлендірудің әр түрлі түрін береді.

Дискретті уақыт доменіндегі жүйелі төмен және жоғары өту сүзгісі DWT есептейді. Жалпы DWT теңдеуі ((3) теңдеуі төменде келтірілген:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}\sum_{l=-\infty} d(k,l)2^{\frac{k}{2}}\psi(2^{-k}t-1) \tag{3}$$

мұндағы k «a» -мен байланысты: a = 2k; b l -мен байланысты, өйткені b = 2kl; және d (k, l) - k және L дискретті нүктелеріндегі W (a, b) үлгісі.

Толқындық-базалық функцияны қолданудың артықшылығы - оның үздіксіз туындылары бар, ол үздіксіз функцияны тиімді түрде ыдыратуға мүмкіндік береді, сонымен қатар қажетсіз сигналдарды болдырмайды. Daubechies толқындары қысқа сүзгілерге қарағанда ұзын сүзгілермен энергияның жақсы концентрациясын қамтамасыз етеді.

2.2. Эмпирикалық ыдырау (ЭМӨ)

ЭМД - бұл тұрақты емес және сызықты емес сигналдарды талдауға арналған жаңа, деректерге негізделген бейімдеу әдісі [5]. ЭМД - лездік жиіліктің негізгі тұжырымдамасын талдау әдісі және уақыт жиілігі бар сигнал сипаттамаларын түсіну. ЭМД әдісі алғаш рет Huang соавт. Енгізілген және ішкі режим функцияларын (IMF) бағалайтын скрининг процесі ретінде қолданылады.

ЭМД көп компонентті сигналды, x (t) дерлік бір компонентті ХВҚ сериясына бөлуге тырысады, h (t) плюс қалдық компоненттің орташа емес мәні, r (t):

$$x(t) = \sum_{i=1}^{h} h^{i}(t) + r(t) \quad (4)$$

Сигналдарды өңдеу кезінде ЭМГ сигналдары фондық белсенділікті арттыру үшін ЭМД қолданады. ЭМД шуды азайту үшін өте тиімді, өйткені бұл стационарлық емес деректерді өңдей алатын сызықты емес әдіс. Бұл процедура толтыру процедурасы аналық толқынның негізгі функциясына байланысты болатын кіріс уақытының сериясы туралы ешқандай болжам жасамайды. ЭМД әдісі әртүрлі толқындық прототиптермен (db2, db3 және db4) салыстырғанда ЭМГ-нің фондық белсенділігін (шу) төмендетуге жақсы нәтижелер береді, алайда ХВҚ есептеу көп уақытты алады, бұл толқындармен салыстырғанда қолайсыз болуы мүмкін.

ЭМД әдісінің басты кемшілігі - шудың болуына сезімтал және араластыру режимдерінде проблема бар. ЭМД әдісі де қиын процесс. Сондықтан, ансамбль ЭМД (ЕЭМД) деп аталатын ЭМД алгоритмінің сенімді, шу шығаратын нұсқасы қолданылады. Режимді араластыру әсерін жою үшін ЭМД ансамблі (ЕЭМД) енгізілді. ЕЭМД мақсатты сигналға бірнеше рет ақ шу қосып, бастапқы ЭМД режимдерін араластыру мәселесін шешеді. Ол сонымен бірге аралас және үзіліссіз шкалалары бар мәліметтерге қолданған кезде физикалық бірегей ыдырауды қамтамасыз етеді. Чжан және басқалары әр түрлі кедергілерді (электр желісінің кедергісі (PLI), ақ Гауссылық шу (WGN) және фондық серуендер (BW)) IMF сүзгілеу негізінде бейімделген түрде алып тастауға болатындығын көрсетті, мұнда ЭМД / ЕЭМД негізіндегі IMF сүзу құрылымы жетті. Әдеттегі сандық сүзгілерге қарағанда жоғары өнімділік (IIR каузалды және IIR себепсіз емес сүзгілер). Өңделген сигналдың SNR деңгейі төмен болған жағдайда ЕЭМД әдісі басқа барлық әдістермен салыстырғанда ЭМГ беттік арзандатудың ең жақсы көрсеткіштерін қамтамасыз ететіндігі анықталды.

2.3. Жасанды нейрондық желі (ANN)

Нейрондық желі әдісі (NN) сызықты емес мәліметтерді модельдеуге жарамды және әртүрлі жағдайлар арасындағы айырмашылықтарды түсіре алады. Осы қосымшаның ANN дизайнына қойылатын талаптар: (i) желінің архитектурасын анықтау; (ii) қабаттардың жалпы санын, орташа қабаттардағы жасырын блоктардың санын және кіріс және шығыс қабаттардағы блоктар санын анықтау; және (iii) оқу кезеңінде қолданылатын оқыту алгоритмі. Артқа таралудың нейрондық желісі (BPNN) - бұл өздігінен оқитын нейрондық байланыс желілерін оқытатын танымал алгоритм. Алайда, бұл әдістің кейбір кемшіліктері бар, атап айтқанда NN оқудың үлкен көлемін қажет етеді, желінің архитектурасы қатаң және NN жаттығулардың тым көп қайталануын талап етеді. Cascade Correlation Network (CCN) деп аталатын тағы бір нейрондық желі BPNN шектеулерін жеңе алады. Бұл SNR ұлғайту кезінде қалаған сигналдың орташа квадраттық мәнін және конвергенция уақытын азайтады. CCN - жасанды нейрондық желілер үшін бақыланатын оқыту алгоритмін қолданатын сәулет. CCN бірнеше артықшылықтарды ұсынады, мысалы: желілік қосылыстың көлемін, тереңдігін және құрылымын алдын-ала болжаудың қажеті жоқ; ол стандартты кері таралу алгоритміне қарағанда шамамен 50 есе тез үйренеді; және ол үлкен оқу жиынтығына өте қолайлы. Алайда, максималды корреляция критерийі белсенді қабаттардың орнына жасырын қабаттарды жүйелі түрде олардың қанықкан артық мәндеріне итермелейді, сондықтан қателік беті өрескел болады.

Жасанды нейрондық желі шуды азайту үшін SЭМГ сигналын өңдеудің кең таралған әдісі емес. Алайда, соңғы жылдары бірнеше зерттеушілер SЭМГ шуды жоюға ANN түрлі тәсілдерін қолдануда. Барлық тәсілдерді талдағаннан кейін, автор Джордан / Элман Н.Н.-ды SЭМГ шуын азайту әдісі ретінде қолдануға кеңес береді. Джордан / Элман Н.Н.-нің артықшылығы - қарапайым, тез және жалпылама.

Қорытынды

ЭМГ шикі сигналы жүйке жүйесі туралы пайдасыз түрдегі маңызды ақпаратты қамтиды. Бұл мақаланың мақсаты кең таралған шу мен артефактілерді ЭМГ сигналдарынан тазарту туралы толық ақпарат беру, сонымен қатар сигналдарды талдаудың әртүрлі әдістерін зерттеу болды. Бұл зерттеуде ЭМГ сигналдарын анықтау, өңдеу және жіктеу үшін қолданылатын алгоритмдер мен әдістемелерге, сондай-ақ олардың артықшылықтары мен кемшіліктеріне ерекше назар аударылды. Әдістемелерді осылай салыстыру зерттеушілерге неврологиялық проблемаларды диагностикалау, биомедициналық және биохимиялық зерттеулер, протездік құрылғыларды бақылау және түпкі пайдаланушылардың қосымшалары сияқты медициналық және физиологиялық қосымшаларда қажет болатын ЭМГ

сигналдарын талдаудың мінсіз әдісін табуға көмектеседі. Бұл зерттеудің мақсаты шуды кетірудің ЭМГ өңдеу әдістері туралы нақты және тұжырымдама алу және үлгіні танудың қолданыстағы әдістерін жетілдіруді бастау.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Farina D., Negro F. Accessing the neural drive to muscle and translation to neurorehabilitation Technologies. IEEE Rev. Biomed. Eng. 2012; 5:3–14. [PubMed]

[2] Alkan A., Günay M. Identification of EMG signals using discriminant analysis and SVM classifier. Expert Syst. Appl. 2012; 39:44–47.

[3] Ch. A. Alimbaev, K. A. Ozhikenov, O. N. Bodin, M. N. Kramm, F. K. Rakhmatullov, Y. B. Mukazhanov, "System of Non-Invasive Electrocardiac Diagnostics", 2019 20th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM)

[4] Merletti R., de Luca C.J. New Techniques in Surface Electromyography. In: Desmedt J.E., editor. Computer Aided Electromyography and Expert Systems. Volume 2. Elsevier; Amsterdam, the Netherlands; New York, NY, USA; Oxford, UK: 1989. pp. 115–124. Chapter 9 (Section 3)

[5] Ch A Alimbayev, ON Bodin, KA Ozhikenov, EB Mukazhanov, Zh N Alimbayeva, "Development of the structure of a multicomponent filter based on the principle of adaptive aggregation of filters", 2018 IEEE 12th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2018/10/17

Юсупова Д. А., Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.

Методы обработки сигналов поверхностной электромиографии

Резюме. Сигналы электромиографии (ЭМГ) становятся все более важными во многих приложениях, включая клинические/биомедицинские, протезные или реабилитационные устройства, взаимодействие с человеческими машинами и многое другое. Однако зашумленные ЭМГ-сигналы являются основными препятствиями, которые необходимо преодолеть для достижения более высокой производительности в вышеуказанных приложениях. Обнаружение, обработка и классификационный анализ в электромиографии (ЭМГ) очень желательны, поскольку они позволяют более стандартизованно и точно оценивать нейрофизиологические, реабилитационные и ассистивные технологические результаты. В данной статье рассматриваются две основные области: во-первых, метод предварительной обработки для устранения возможных артефактов путем соответствующей подготовки во время записи ЭМГ-сигналов и, во-вторых, краткое объяснение различных методов обработки и классификации ЭМГ-сигналов. Это исследование затем сравнивает многочисленные методы анализа ЭМГ-сигналов, с точки зрения их производительности. Суть настоящего документа заключается в обзоре самых последних событий и научных исследований, связанных с вышеупомянутыми вопросами.

Ключевые слова: электромиография, источник шума, вейвлет, поверхностная электромиография, экзоскелет

УДК 553.982.2; 532.546

U.K. Zhapbasbayev, K.A. Soltanbekova
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: k.soltanbekova@satbayev.university)

APPLICATION OF ALKALINE-SURFACTANT-POLYMER (ASP) FLOODING FOR HIGH-VISCOUS OIL

Abstract. Alkaline-surfactant-polymer (ASP) flooding is a chemical EOR method in which alkali, surfactant and polymer are injected in the form of slug. The synergistic effect of these three components can improve oil recovery by reducing surface tension and smoothing of water injection profile. Results of filtration studies in order to determine the oil displacement efficiency using ASP flooding on core samples from the Kenbai group field are presented.

Key words: Alkali-surfactant-polymer (ASP) flooding, displacement efficiency, phase behavior of solution, filtration experiments, Cretaceous horizon, Jurassic horizon

У.К. Жапбасбаев, К.А. Солтанбекова
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан,
E- mail: k.soltanbekova@satbayev.university)

ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕЛОЧНО-ПАВ-ПОЛИМЕРНОГО (ASP) ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

Аннотация. Щелочно-ПАВ-полимерное (ASP) заводнение это химический МУН, в котором щелочь, ПАВ и полимер нагнетается в виде оторочки. Синергетический эффект этих трех компонентов позволяет улучшить нефтеизвлечение за счет снижения поверхностного натяжения и выравнивания профиля приемистости. На примере образцов керна месторождения Кенбайской группы представлены результаты фильтрационных исследований по определению коэффициента вытеснения нефти с применением ASP воздействия.

Ключевые слова: щелочно-ПАВ-полимерное (ASP) заводнение, коэффициент вытеснения нефти, фазовое поведение растворов, фильтрационные исследования, меловой горизонт, юрский горизонт

Введение

Щелочно-ПАВ-полимерное (ASP) заводнение это комбинированный метод увеличения нефтеотдачи (МУН) в котором щелочь, ПАВ и полимер нагнетается в виде оторочки. Синергетический эффект этих трех компонентов позволяет улучшить нефтеизвлечение за счет снижения поверхностного натяжения и выравнивания профиля приемистости.

Синергетический эффект метода был представлен по результатам лабораторных экспериментов с высоковязкой нефтью [1-3]. Фильтрационные исследования на насыпных кернах содержащих высоковязкую нефть (динамическая вязкость 330 спз) показали практически 100 %-ое вытеснения нефти после закачки ASP агентов [1]. Для эффективного вытеснения необходимо оптимальное сочетание компонентов ASP воздействия. Определение оптимальной рецептуры ASP агентов для высоковязкой нефти (динамическая вязкость 1977 спз) рассмотрено в работе [2]. По результатам фильтрационных экспериментов коэффициент вытеснения нефти достиг 81,3 % для первого керна и 88,3 % для второго керна, при концентрации щелочи (Na_2CO_3) 0,5 и 0,15 %, соответственно. В работе [3] проанализированы результаты фильтрационных экспериментов на насыпном керне месторождения высоковязкой нефти (динамическая вязкость 300 спз). В качестве полимера применялся гидрофобномодифицированный полибетаин CROHDA-MAA и щелочь (KOH). Коэффициент вытеснения нефти увеличился на 31-37 % после заводнения.

Метод щелочно-ПАВ-полимерного воздействия в условиях Западно-Салымского месторождения рассмотрено в работе [4-5]. Было проведено 8 фильтрационных экспериментов. Основными параметрами, которые менялись в ходе эксперимента были: объем закачиваемого щелочно-ПАВ-полимерного раствора, концентрация соли и щелочи в жидкости, состав ПАВ в смеси и способ его подготовки. Промышленные испытания ASP заводнения на Западно Салымском месторождении привело к мобилизации остаточной нефти в пределах пилотного контура заводнения, общая нефтедобыча составила 3400 тонн, что соответствует приросту коэффициенту нефтеотдачи на 16%. До ASP заводнения коэффициент нефтеотдачи достигал 52%, после достиг 68% [5].

В целом, применение щелочно-ПАВ-полимерного заводнения для месторождений высоковязкой нефти показывают положительные результаты, прирост нефтеотдачи пласта достигает до 25 %. Однако для каждого объекта разработки необходим индивидуальный подход с учетом фильтрационно-емкостных свойств пласта и рецептуры раствора ASP агентов.

Применение щелочно-ПАВ-полимерного (ASP) заводнения в условиях месторождения Кенбайской группы

Для определения эффективности ASP заводнения в условиях месторождения Кенбайской группы были проведены специальные фильтрационные исследования на 4-х моделях образцов керна. Целью фильтрационных исследований было определение коэффициента вытеснения с точки зрения прироста при воздействии раствора ASP агентов. Фильтрационные исследования проводились на кернах горизонтов Ю-IV и Ю-V.

К горизонту Ю-IV приурочена нефтяная залежь пластово-сводового типа, тектонически и литологически экранированная. На большей части залежи западного крыла отмечается развитие зон плотными и глинистыми породами. Отложения горизонта Ю-IV литологически представлены глинами, песчаниками и песками, встречаются прослои бурого угля. Породы слабосцементированы, наблюдаются

высокие фильтрационно-емкостные характеристики в песчаниках и песках. Общая эффективная толщина – от 1,2 м до 23,4 м, в том числе нефтенасыщенная толщина - от 1,2 м до 21,6 м.

К горизонту Ю-V приурочена нефтяная залежь пластово-сводового типа, тектонически и литологически экранированная, получившая развитие в блоках I, II, III, IV. Породы слабосцементированы, в связи с чем наблюдаются высокие фильтрационно-емкостные характеристики породы, особенно в песчаниках и песках. Общая эффективная толщина – от 0,9 м до 27,2 м, нефтенасыщенная толщина - от 0,9 м до 9,8 м.

Нефть горизонтов Ю-IV и Ю-V характеризуется высокой вязкостью 407,4 и 66,1 спз при пластовой температуре 20 и 29,3 ℃ соответственно. Основные характеристики экспериментальных параметров представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Основные характеристики по образцам керна и нефти**

Параметр	Модель №1	Модель №2	Модель №3	Модель №4
Длина образца керна, см	5.85	5.73	5.86	5.98
Диаметр образца керна, см	3.82	3.81	3.81	3.81
Поровый объем, $см^3$	24.69	24.07	21.52	21.52
Проницаемость по газу, мД	1460	1300	92.3	127.7
Температура, ℃	20	19.7	29.3	29.3
Вязкость нефти, спз	407.4	407.4	66.1	66.1
Вязкость пластовой воды, спз	1.05	1.1	1.1	1.1
Концентрация ПАВ/щелочи, %	0,02/0,8	0,02/0,6	0,02/0,6	0,02/0,8
Концентрация полимера, ppm	2500	3000	2000	3000

Для проведения специальных фильтрационных исследований использовали систему PLS-200 с 4-мя гидростатическими кернодержателями. Кернодержатели сконфигурированы для работы под давлением до 10000 psi и с температурой до 150 ˚C для максимальной приближенности условий эксперимента к пластовым. Прибор комплектуется поршневым безимпульсным насосом по нагнетанию до 3650 psi при 0,001 до 204мл/час, а также, системой измерения перепада давления «DPS-100» с 2 датчиками высокой точности (0,05%).

Образцы изначально насыщаются пластовой водой, а затем вставляются в гидростатические кернодержатели оборудования. Для насыщения образцов модели водой был использован автоматический сатуратор (AST-600), позволяющий в автоматизированном порядке выбирать время откачки воздуха и давления насыщения для быстрого и полного насыщения образцов керна.

Все фильтрационные эксперименты были проведены без использования обратного давления, так как объемы выхода жидкости рассчитывались методом материального баланса. Во время каждого эксперимента кернодержатели были обвернуты специальными нагревательными кожухами, температура которых поддерживалась на уровне пластовой температуры: для мелового горизонта 19,7°С, для юрского 29,3°С.

Подбор рецептуры ASP агентов

С целью подбора рецептуры растворов ASP агентов для закачки в керны проводилось исследование фазового поведения растворов ПАВ и щелочи на границе контакта с нефтью. Для этого растворы щелочь/ПАВ смешивались с нефтью в соотношении 1:1. В качестве ПАВ использовался лаурилсульфат (далее ПАВ), в качестве щелочи едкий натрий. Данные агенты в необходимых концентрациях были приготовлены на технических водах либо с использованием отобранной из скважин пластовой воды и смешивались до полного растворения.

Результаты фазового поведения раствора при разной концентрации щелочи и ПАВ для мелового горизонта показывает, что наименьший осадок наблюдается в растворе, в составе которого ПАВ 0,02, щелочь 0,6 (рис.1). Однако, на рис. 2 показано что, при контакте раствора с нефтью наилучшие результаты показывают растворы с ПАВ 0,02 и щелочь 0,8 и ПАВ 0,02 и щелочь 0,6. Поэтому было принято решение применить для мелового горизонта растворы с концентрацией щелочи 0,8 и ПАВ 0,2, а также щелочь 0,8 и ПАВ 0,2. Сравнивая результаты юрского горизонта, отмечается, что при уменьшении концентрации ПАВ уменьшается и осадок (рис. 3-4).

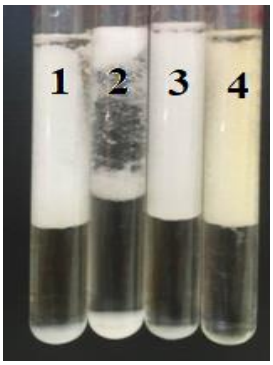


Рис. 1. Фазовое поведение раствора щелочь/ПАВ для мелового горизонта:
1-*ПАВ-0,1/щелочь-0,6*; 2- *ПАВ-0,02/щелочь-0,*8;
3-*ПАВ-0,05/щелочь-0,6*; 4-*ПАВ-0,02/щелочь-0,6*

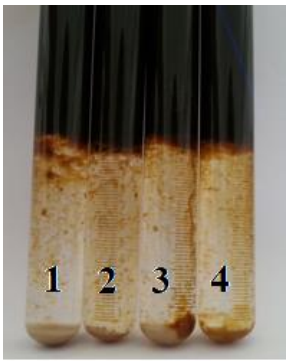


Рис. 2. Фазовое поведение раствора щелочь/ПАВ с нефтью мелового горизонта: 1-*ПАВ-0,1/щелочь-0,6;*
2- *ПАВ-0,02/щелочь-0,8;*3-*ПАВ-0,05/щелочь-0,6*;
4-*ПАВ-0,02/щелочь-0,6*

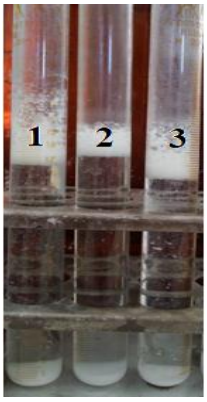


Рис. 3. Фазовое поведение раствора щелочь/ПАВ для юрского горизонта:
1-*ПАВ-0,1/щелочь-0,8*; 2 *ПАВ-0,05/щелочь-0,8*;
3- *ПАВ-0,02/щелочь-0,6*



Рис. 4. Фазовое поведение раствора щелочь/ПАВ с нефтью юрского горизонта:
1-*ПАВ-0,1/щелочь-0,8*; 2-*ПАВ-0,05/щелочь-0,8*;
3- *ПАВ-0,02/щелочь-0,6*

Таким образом, было решено использовать для юрского и мелового горизонтов одинаковые концентрации ASP агентов: ПАВ – 0,02 % и щелочь – 0,8 %; ПАВ – 0,02 % и щелочь – 0,6 %.

Результаты фильтрационных исследований ASP воздействия

Результаты фильтрационных исследований или зависимость коэффициента вытеснения от объема закачки представлены на рис. 5-6.

Из рис. 5-6 видно, что для мелового и юрского горизонтов коэффициент вытеснения достигает практически 70 %, т.е. дополнительный прирост составляет около 20 % после обычного заводнения (50 %).

По меловому горизонту отмечается, что использование ASP заводнения с использованием концентрации ПАВ – 0,02 % и щелочь – 0,8 % увеличивает добычу нефти почти в 4 раза, т.е. больше по сравнению с раствором ПАВ – 0,02 % и щелочь – 0,6 %.

По юрскому горизонту можно сделать вывод, что использование концентрации ПАВ – 0,02 % и щелочь – 0,8 % приводит к дополнительной добыче, тем временем как ПАВ – 0,02 % и щелочь – 0,6 % не дает результатов. Увеличение концентрации полимера позволяет увеличить дополнительный коэффициент вытеснения с 9,3 % до 17,7 %.

Использования полимера концентрации 3000 ppm показывает более быстрый результат, мгновенно увеличивая коэффициент вытеснения до 8 % выше, чем концентрация 2500 ppm, однако в итоге независимо от концентрации коэффициент вытеснения увеличился до 70 %.

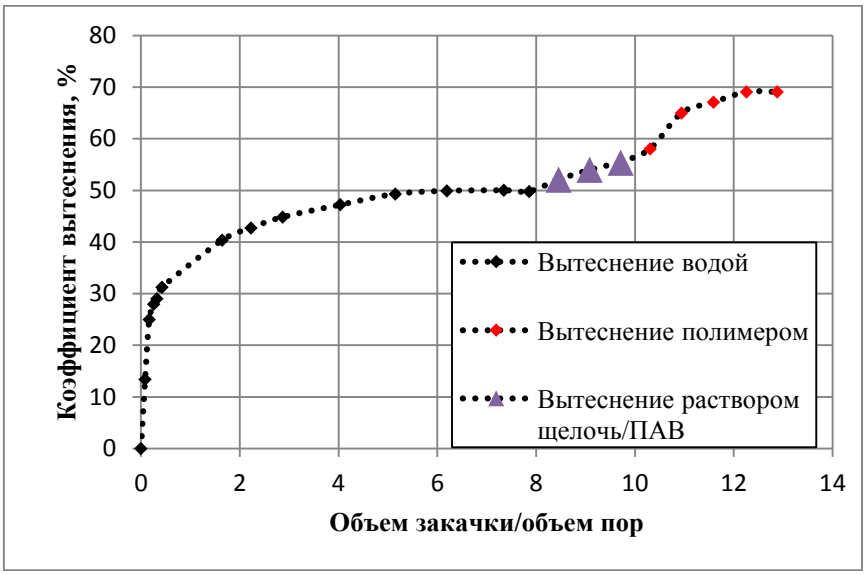


Рис. 5. Результаты вытеснения по керну мелового горизонта модель №1

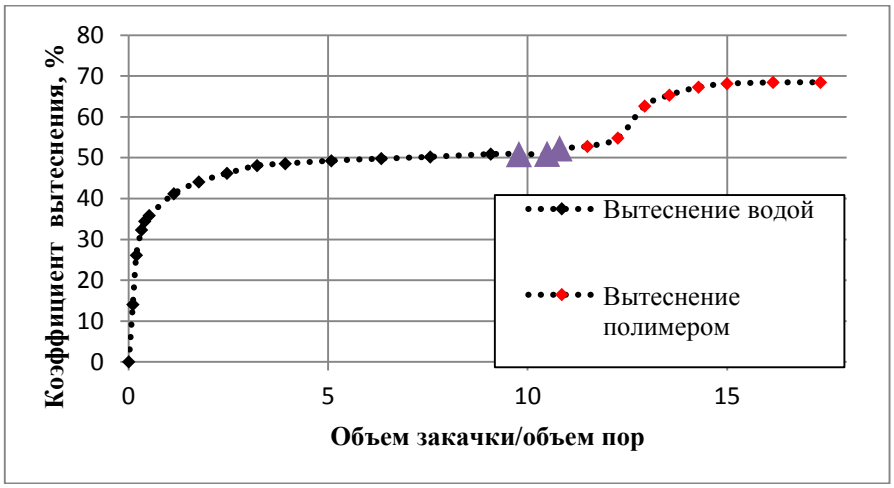


Рис. 6. Результаты вытеснения по керну юрского горизонта модель №4

Выводы

В настоящее время ASP заводнение является одной из перспективных технологий увеличения нефтеотдачи пластов, которая применяется во всем мире. Данная технология позволяет существенно увеличить прирост коэффициента извлечения нефти.

По результатам фильтрационных исследований, представленных в данной работе можно сделать вывод, что технология ASP заводнения эффективна для месторождений высоковязкой нефти, т.к. в экспериментах использовалась нефть с вязкостью 66,1 и 407 спз. При этом для эффективного применения ASP технологии необходим предварительный подбор ASP агентов в зависимости от фильтрационно-емкостных свойств пласта и свойств нефти. В экспериментах для юрского и мелового горизонтов использовались одинаковые концентрации ASP агентов: ПАВ – 0,02 % и щелочь – 0,8 %; ПАВ – 0,02 % и щелочь – 0,6 %.

Таким образом, сравнивая разные концентрации щелочь/ПАВ растворов и полимеров можно сделать вывод, что для мелового горизонта использование раствора ПАВ – 0,02 % /щелочь 0,8 % и полимер 2500 ppm приводит к увеличению добычи на 19 %, для юрского горизонта оптимальным является использование раствора ПАВ – 0,02 %/ щелочь 0,8 % и полимер с концентрацией 3000 ppm.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования КН МОН РК, №AP05130355.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Rahul K., Kishore K.M. ASP flooding of viscous oils // Proceeding of the SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Florence, Italy, 2010. P. 11.

[2] Zhang J., Ravikiran R., Freiberg D., Thomas C. ASP formulation design for heavy oil // SPE-153570. 2012. 12 p.

[3] Kudaibergenov S., Akhmedzhanov T.K., Zhappasbayev B.Zh. Gussenov I.Sh., Shakhvorostov A.V. Laboratory study of ASP flooding for viscous oil // Int. J. of Chemical Sci. 2015. Vol. 13, No. 4. P. 2017-2025.

[4] Скрипкин А.Г., Кузнецов И.А. Волокитин Я.Е. Чмуж И.В. Экспериментальное исследование щелочно-ПАВ-полимерного метода увеличения нефтеотдачи на образцах керна Западно-Салымского месторождения. - SPE 162063. -2012

[5] Volokitin Y., Shuster M., Karpan V. et al. Results of alkaline-surfactant-polymer flooding pilot at West Salym field. - SPE-190382-MS. - 2018.

Жапбасбаев У.К., Солтанбекова Қ.А

Сілті-БАЗ-полимерді (ASP) әсер етуді тұтқырлығы жоғары мұнай үшін қолдану

Түйіндеме. Сілті-БАЗ-полимерді (ASP) айдау сілті, БАЗ және полимерді жиек түрінде айдалатын химиялық мұнайбергіштікті арттыру әдісі. Осы үш компоненттің синергиялық әсері беттік керілу күшін азайтып, қабылдау профилін түзету арқылы мұнайбергіштікті арттыруға мүмкіндік береді. Кенбай тобына кіретін кен орны керндері үлгісінде ASP технологиясын қолданып, мұнайды ығыстыру коэффициентін анықтау бойынша сүзгілеу зерттеулерінің нәтижелері ұсынылған.

Түйін сөздер: сілті-БАЗ-полимерлі (ASP) әсер ету, мұнайды ығыстыру коэффициенті, ерітіндінің фазалық әрекеті, сүзгілеу зерттеулері, Бор горизонты, Юра горизонты.

УДК331.4(075.8)

A. Baykenzheeva, A. Imangalieva
(Kazakh Academy of Transport and Com-munication, Almaty city, Kazakhstan.
E-mail: aigul_bkz@mail.ru)

THE MAIN PROCESS OF RECORD KEEPING IN THE INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM

Abstract: for competent management of the integrated management system (IMS) to ensure the Safety of employees ' lives and the quality of training services, it is necessary to draw up a competent and systematic Documented procedure for managing documentation. And for this purpose, it is necessary that employees in the organization who are engaged in clerical work know the basic rules of record-keeping. The organization must have established samples of the main documents, as well as rules for the preparation, registration, approval and approval of official documents.

Key word: documented procedure (DP), record keeping, documentation processing, main forms of documents in the organization in the integrated management system (ISM).

А.С. Байкенжеева, А.К. Имангалиева
(Казахская академия транспорта и коммуникации» им. М. Тынышпаева,
Казахстан. г. Алматы. aigul_bkz@mail.ru)

ОСНОВНОЙ ПРОЦЕСС ВЕДЕНИЯ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

Аннотация: Для грамотного ведения интегрированной системы менеджмента (ИСМ) по обеспечению Безопасности жизнедеятельности работников и качества выпускаемых услуг по обучению, необходимо составление грамотной и систематизированной Документированной процедуры по управлению документацией. А для этого необходимо, чтобы в организации, занятые делопроизводством сотрудники, знали основные правила ведения делопроизводства. В организации должны быть установлены образцы основных документов, а также установлены правила подготовки, оформления, согласования и утверждения служебных документов.

Ключевые слова: документированная процедура (ДП), делопроизводство, оформление документации, основные формы документов в организации в системе интегрированной системы менеджмента (ИСМ).

Введение

Порядок составления и виды документов

Документированная процедура по ведению делопроизводства устанавливает основные задачи управления служебными документами. Основной задачей управления является унификация и однотипное (или единообразное) оформление и подготовка документов. Необходима не только корректность, но и чёткое разграничение внутренних и внешних адресатов. Должны быть установлены конкретные требования к ведению и хранению документов, обязательно нужно исключить несанкционированное использование внутренних и внешних документов, а также их утерю и порчу.

Служебное делопроизводство должно обеспечить идентификацию (установление и подтверждение достоверности) и прослеживаемость (возможность отследить применение, перемещение или местонахождение). Должна быть определена персональная ответственность каждого причастного работника, и возможность оперативного поиска любого документа.

К служебным документам относятся распорядительные (приказ, положение) и справочно-информационные (докладная и служебная записка, письмо, акт и т.д.). Все документы должны быть оформлены на утверждённых бланках, формы которых обязательно должны быть представлены в приложениях к ДП.

Ответственность за наличие и проверку определённых (утверждённых) реквизитов несёт либо секретарь, либо специально назначенное лицо, ответственное за ведение делопроизводства в организации. Если необходимо изменить реквизиты, старые бланки с неактуальными реквизитами изымаются из оборота ответственным лицом и заменяются новыми. Ответственное лицо прописывается в ДП и расписывается в листе ознакомления в конце ДП.

Как правило, составление всех служебных документов осуществляется по мере необходимости. Инициаторами являются руководители подразделений и служб. В служебном документе желательно рассматривать одно направление или вопрос. Это способствует быстрому рассмотрению, принятию и исполнению документа. Если служебный документ касается планов или заключений, то, конечно, объём страниц и количество рассмотренных вопросов увеличивается и объединяется в единый документ. В остальных случаях все служебные документы должны быть краткими и лаконичными.

Требования к оформлению документации

Как правило, на производственных предприятиях к распорядительным документам относятся приказы, и протоколы.

Приказ

Приказы бывают производственные (или хозяйственные), и приказы по личному составу. По всем приказам должны соблюдаться реквизиты (наименование предприятия и самого документа, дата, номер, местонахождение организации, заголовок, текст, подпись).

Заголовок нужно сформулировать чётко и кратко. В нём будет отражаться основное содержание документа. Приказ состоит из устанавливающей части (которая может отсутствовать, если нет необходимости констатировать факты) и распорядительной. В первой части изложены факты, цели и задачи. Бывает, что основанием приказа является вышестоящий документ, тогда в первой части должна быть ссылка на него, и должны присутствовать слова: «На основании», «Во исполнение» и т.д.

Вторая часть начинается со слова «Приказываю». Форма написания приказа — повелительная. В приказе перечисляются исполнители и необходимые сроки исполнения для предписанных им действий. Если указывается конкретное лицо, то только с полным описанием его должности. В конце указывается должностное лицо, которое контролирует исполнение данного приказа. Подписывает приказ первый руководитель, а если его заменяют, то нужно написать должность и ФИО лица, его заменяющего, или временно исполняющего его обязанности. Приказ оформляется в соответствии с принятой и утверждённой в организации формой.

Если в приказе необходимы исправления или дополнения, то приказ готовится в новой редакции. Никакие исправления в приказе не допускаются.

Подписанный приказ регистрируется ответственным лицом, ему присваивается порядковый номер, в соответствии с принятым порядком в организации. Далее приказ доводится до сведения всех заинтересованных лиц под подпись. Производственные приказы, как правило, нумеруются с буквой П через дефис, хотя и не всегда.

Все приказы по личному составу подготавливает начальник отдела кадров. Кадровые приказы могут наряду с нумерацией (отличной от производственных) иметь букву К через дефис. Ознакомление

с приказами производится под роспись после заголовка «Ознакомлен». Если есть необходимость, то ответственное за делопроизводство лицо размножает и рассылает приказы в соответствующие подразделения.

Нельзя писать предлог «За» или ставить косую черту перед наименованием должности, как было принято ранее. Если необходимо завизировать документ, то ставится должность, личная подпись, расшифровка ФИО и указывается дата.

Протокол

Форма протокола (совещания, испытания и т.д.) содержит полное наименование организации, место составления, вид документа (Протокол), дату, текст, подписи. Состоит протокол из двух частей.

В первой части (вводной) пишутся ФИО всех присутствующих, можно указать ФИО председателя и секретаря, в случае необходимости. Составляется повестка дня. В ней все вопросы располагаются в порядке важности. Вопроса «Разное» (как было принято ранее) быть не должно, все рассматриваемые вопросы должны звучать конкретно.

Основные разделы протокола: «Слушали», «Выступили», «Постановили».

В первом разделе приписываются ФИО докладчика, и краткие тезисы выступления. В случае предоставления доклада, указывается, что «Доклад прилагается».

Во втором разделе указываются вопросы спрашивающего (пишется ФИО спрашивающего) и ответы отвечающего с ФИО. Не пишутся слова «вопрос» и «ответ».

В третьей части указываются решение, либо принять к сведению, либо действие — исполнитель — срок.

Подписывает протокол либо назначенное для его ведения лицо, либо выбранные председатель и секретарь.

Оформление справочно — информационных документов

Письмо, направленное во внешнюю среду, пишется на бланках, имеющих свои реквизиты, которые обеспечивают его юридическую значимость.

Кроме реквизитов в письме указывается индекс и адрес, сам адресат, исходящий номер письма, текст, дата и подпись руководителя организации или ответственного подразделения. Если необходимо, то в письме указываются номер и дата входящего документа, в ответ которого составлено письмо, и наличие приложений, если они имеются.

Заголовок письма располагается перед текстом, слева вверху, должен быть краток, и отвечать на вопрос «о чём?» (утвердить, направить, отправить и т.д.). Если текст большой и вопросов много, то письмо можно разделить на несколько подразделов с отдельными заголовками.

Письмо состоит из двух частей. В первой части указываются события и факты, на основании которых составлено письмо, во второй — выводы, предложения, решения. Письмо должно быть составлено корректно, материал изложен кратко и понятно, все данные должны быть достоверны и проверены, не должно быть юридически небрежных суждений.

Подписывает письмо руководитель с указанием должности и ФИО. В левом нижнем углу указывается ФИО исполнителя, его телефон и дата. В случае необходимости письмо визируется на копии, которая остаётся в организации. Письма подписываются либо первым руководителем, либо ответственными исполнителями по определённому кругу вопросов, например, начальником Отдела кадров, или Главным бухгалтером и т.п. Печать на письма ставится чуть ниже подписи, так, чтобы захватить её небольшую часть.

В некоторых случаях письма печатаются на фирменных именных бланках, и в этом случае печать не требуется. Если письмо является сопроводительным, то пишется текст с перечислением прилагаемых документов и количеством листов.

Служебные и Докладные записки

Служебные и докладные записки относятся к внутренним документам. Они являются формой внутренней переписки и бывают информационными, отчётными или инициативными. В них, как правило, содержится информация, необходимая для производственного процесса, организационные предложения или рабочие моменты, либо отчёты. Внутренние служебные записки подписываются исполнителем (составителем). Сначала в записке излагаются факты, потом выводы, кроме сопроводительных записок.

Справки

В справках присутствует только констатация фактов. Никаких выводов и предложений. Например, подтверждение стажа работы, размер заработной платы за определённый период и т.д. Датой справки является дата её подписания. Подписывают справки ответственные по должностным полномочиям лица.

Акты

Акты бывают приёма и передачи дел, продукции (материальные ценности), результаты различных проверок, деятельности подразделений и организации в целом, списания, испытаний оборудования, материалов, и т.п. Необходимые реквизиты: наименование организации, место составления, дата, номер, заголовок, сам текст, подписи. Если есть приложения, то они обязательно указываются в акте.

Состоят акты из двух частей. В первой части указывается основание для составления, члены и состав комиссии. Во второй части описывают проделанную работу, фиксируют установленные результаты, приводят выводы и предложения. Все, кто участвовал в составлении акта, расписываются.

ЛИТЕРАТУРА

[1] СТ РК ИСО 9001-2009. Системы менеджмента качества. Требования.

[2] ИСО 9004:2000. Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.

[3] СТ РК OHSAS 18001-2008.Система менеджмента в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний. Требования.

[4] СТ РК 1037-2001. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения.

[5] СТ РК 1042-2001. Организационно-распорядительная документация. Требования к оформлению документов.

Байкенжеева А.С., Имангалиева А.К.

Іс жүргізуді жүргізудің негізгі процесі интеграцияланған менеджмент жүйесі жүйесінде

Түйіндеме: мақалада қызметкерлердің тіршілік әрекетінің қауіпсіздігін және оқыту бойынша сапалы мамандармен қамтамасыз ету бойынша біріктірілген менеджмент жүйесін (БМЖ) сауатты жүргізу үшін құжаттаманы басқару бойынша, сауатты және жүйеленген құжатталған процедураларды құру қажеттілігі айтылған. Ал бұл үшін іс жүргізумен айналысатын ұйымдарда қызметкерлер іс жүргізудің негізгі ережелерін білуі қажеттілігі туралы түсінік берілген. Ұйым орнатылуы тиіс негізгі құжаттардың үлгілері, сондай-ақ белгіленген ережелер дайындау, ресімдеу, келісу және қызметтік құжаттарды дайындау үлгілері ұсынылады.

Түйін сөздер: құжатталған рәсім (ДП), іс қағаздарын жүргізу, құжаттаманы ресімдеу, интеграцияланған менеджмент жүйесі, жүйесіндегі ұйымдағы құжаттардың негізгі нысандары.

M. Adambayev, Zh. Sarybayeva, A. Kalabaveva

(Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpaev, Almaty

e-mail: adambaev_m@mail.ru, 2402366@mail.ru, a.kalabaeva@list.ru)

METHOD FOR IDENTIFYING AN INDUSTRIAL CONTROL OBJECT WITH AN S-SHAPED ACCELERATION CURVE

Abstract. Currently, in order to obtain an adequate mathematical model of an industrial control object (ICO), an active experiment is used-obtaining a ICO acceleration curve along the studied channel (the reaction of the object to a stepped input effect). The bulk of the ICO have s-shaped acceleration curves. The paper proves that the inertial link of the second order always gives the acceleration curve of the S-shape. The mathematical model of such a link is known from the course of the theory of automatic control. The method of identification of complex ICO with S-shaped acceleration curve is proposed, which involves the determination of the structure of such objects as the second-order inertial link, and its dynamic parameters (gain, time constants) are determined by the use of a special mathematical technique. the adequacy of the obtained mathematical model is very high, and a small error (about 0.5÷2% of a separate model) is determined by the errors of experimental data processing.

Keywords: monotone S-shaped acceleration curve, II-order inertial link, transfer function, identification, active experiment.

М.Д. Адамбаев, Ж. М. Сарыбаева, А.Е. Калабаева
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева, г.Алматы
e-mail: adambaev_m@mail.ru, 2402366@mail.ru a.kalabaeva@list.ru)

МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С *S*-ОБРАЗНОЙ КРИВОЙ РАЗГОНА

Аннотация. В настоящее время для получения адекватной математической модели промышленного объекта управления (ПОУ) используют активный эксперимент – получение кривой разгона ПОУ по исследуемому каналу (реакция объекта на ступенчатое входное воздействие). Основная масса ПОУ имеют кривые разгона *S*-образной формы. В работе обосновано, инерционное звено второго порядка всегда дает кривую разгона *S*-образной формы. Математическая модель такого звена известна из курса теории автоматического управления. Предложен метод идентификации сложных ПОУ с *S*-образной кривой разгона, который предполагает определение структуры таких объектов как инерционное звено второго порядка, а его динамические параметры (коэффициент усиления, постоянные времени) определяются применением специального математического приема адекватность полученной математической модели весьма высокая, а небольшая погрешность (порядка 0,5÷2% отдельной модели) определяется погрешностями отработки экспериментальных данных[1].

Ключевые слова: монотонная S-образная кривая разгона, инерционное звено II-порядка, передаточная функция, идентификация, активный эксперимент.

Объектом второго порядка, имеющего монотонную *S*-образную кривую разгона, является инерционное звено II порядка с передаточной функцией вида:

$$\boldsymbol{W(p)} = \frac{\boldsymbol{K}}{(\boldsymbol{T_1 p}+\boldsymbol{1})(\boldsymbol{T_2 p}+\boldsymbol{1})} \tag{1}$$

Для обоснования этого утверждения получим кривую разгона такого объекта с использованием второй теоремы разложения Карсона - Хевисайда [1] :

$$\boldsymbol{y(t)} = \frac{\boldsymbol{F_1(p)}}{\boldsymbol{F_2(p)}} + \sum_{\boldsymbol{k=1}}^{\boldsymbol{n}} \frac{\boldsymbol{F_1(p_k)}}{\boldsymbol{P_k \cdot F_2'(p_k)}} \boldsymbol{e^{P_k t}}$$

где $\boldsymbol{y(t)}$ – кривая разгона

$\boldsymbol{F_1(p)}$ – полином числителя передаточной функции объекта;

$\boldsymbol{F_2(p)}$ – полином знаменателя передаточной функции объекта;

$\boldsymbol{F_2'(p)} = \frac{\boldsymbol{dF_2(p)}}{\boldsymbol{dp}}$; $p_к$ –корни уравнения $\boldsymbol{F_2(p)} = \boldsymbol{0}$.

Выражение (1) можно представить в виде

$$\boldsymbol{W(p)} = \frac{\boldsymbol{K}}{\boldsymbol{T_1 T_2 p^2} + (\boldsymbol{T_1}+\boldsymbol{T_2})\boldsymbol{p}+\boldsymbol{1}} = \frac{\boldsymbol{F_1(p)}}{\boldsymbol{F_2(p)}} \tag{2}$$

Для (2) имеем две корня уравнения $\boldsymbol{F_2(p)} = \boldsymbol{0}$ соответственно равные:

$$\mathrm{P_{1=}} -\frac{\boldsymbol{1}}{\mathrm{T_1}};\ \mathrm{P_{2=}} -\frac{\boldsymbol{1}}{\mathrm{T_2}}.$$

Производная $\boldsymbol{F_2'(p)}$ будет равна

$\boldsymbol{F_2'(p)}$= $\boldsymbol{2T_1T_2}$p $+ \boldsymbol{T_1} + \boldsymbol{T_2}$.

Тогда уравнение кривой разгона инерционного объекта второго порядка примет вид:

$$y(t) = \frac{F_1(0)}{F_2(0)} + \frac{F_1(p_1)}{P_1 \cdot F_2'(p_1)} e^{P_1 t} + \frac{F_1(p_2)}{P_2 \cdot F_2'(p_2)} e^{P_2 t} =$$

$$= K + \frac{K}{-\frac{1}{T_1}[2T_1T_2 \cdot \left(-\frac{1}{T_1}\right) + T_1 + T_2]} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{K}{-\frac{1}{T_2}[2T_1T_2 \cdot \left(-\frac{1}{T_2}\right) + T_1 + T_2]} e^{-\frac{t}{T_2}} =$$

$$= K + C_1 e^{\frac{t}{T_1}} + C_2 e^{\frac{t}{T_2}} \quad (3)$$

Для инерционного звена второго порядка с передаточной функцией вида

$$W = \frac{2{,}4}{(1{,}6p+1)(1{,}5p+1)}$$

с использованием рассмотренного выше метода получена кривая разгона, приведенная на рисунке 1.

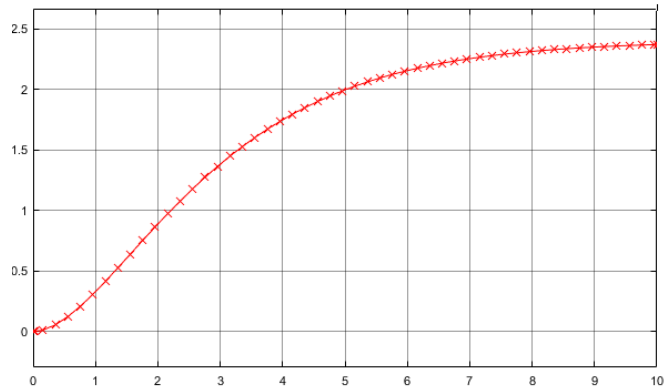


Рис. 1. Кривая разгона инерционного звена второго порядка

Из анализа полученной кривой разгона (рисунок 1) можно сделать следующий вывод: кривая разгона инерционного звена второго порядка всегда имеет вид монотонной кривой разгона *S*-образной формы[6]. Этот вывод можно использовать для идентификации (определения структуры и динамических параметров промышленных объектов управления (ПОУ)) [2]. Другими словами, если ПОУ в результате активного эксперимента дает кривую разгона *S*-образной формы, то его структуру адекватно можно идентифицировать как инерционное звено второго порядка с передаточной функции вида, представленной выражением 1.

Теперь остается определить значение динамических параметров исследуемого ПОУ (К; $T_1; T_2$).

В выражении (3) неизвестными являются К; $T_1; C_1; T_2; C_2$, из которых искомыми являются К; $T_1; T_2$.

Чтобы заменить коэффициенты C_1, C_2 через искомые параметры К, T_1, T_2 используем начальные условия $y = 0$; $\frac{dy}{dt} = 0$ при $t = 0$. Тогда произвольные постоянные определяются из следующей системы уравнений

$$\left.\begin{aligned} y_{общ}(0) &= C_1 \cdot e^{-\frac{0}{T_1}} + C_2 \cdot e^{-\frac{0}{T_2}} + k = 0 \\ y'_{общ}(0) &= -C_1 \cdot \frac{1}{T_1} \cdot e^{-\frac{0}{T_1}} - C_2 \cdot \frac{1}{T_2} \cdot e^{-\frac{0}{T_2}} + k = 0, \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

откуда

$$C_1 = \frac{k \cdot T_1}{T_2 - T_1};\ C_2 = \frac{k \cdot T_2}{T_1 - T_2} \tag{5}$$

Тогда искомое частное решение получается в виде

$$y_{(t)} = \boldsymbol{k} \cdot (\mathbf{1} + \frac{\boldsymbol{T_1}}{\boldsymbol{T_2 - T_1}} \cdot \boldsymbol{e}^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{\boldsymbol{T_2}}{\boldsymbol{T_1 - T_2}} \cdot \boldsymbol{e}^{-\frac{t}{T_2}}); \tag{6}$$

Теперь принципиально достаточно взять координаты y_i, t_i трех произвольных точек из заданного графика экспериментальной кривой разгона, подставить их трижды в решение [5]. Из полученных таким путем трех уравнений, найти корни k, T_1, T_2. Но эти уравнения трансцендентны и корни вычислять сложно, поэтому проще и удобнее использовать следующий математический прием[3].

Для этого разобьем график $y(t)$ (рис.1) равноотстоящими с интервалом Δt ординатами y_0, y_1, y_2 и т.д. и запишем

$$\left.\begin{aligned}
y_0 &= \boldsymbol{k} + \frac{\boldsymbol{k \cdot T_1}}{\boldsymbol{T_2 - T_1}} + \frac{\boldsymbol{k \cdot T_2}}{\boldsymbol{T_1 - T_2}};\\
y_1 &= \boldsymbol{k} \cdot (\mathbf{1} + \frac{\boldsymbol{T_1}}{\boldsymbol{T_2 - T_1}} \cdot \boldsymbol{e}^{-\frac{\Delta t}{T_1}} + \frac{\boldsymbol{T_2}}{\boldsymbol{T_1 - T_2}} \cdot \boldsymbol{e}^{-\frac{\Delta t}{T_2}});\\
y_2 &= \boldsymbol{k} \cdot (\mathbf{1} + \frac{\boldsymbol{T_1}}{\boldsymbol{T_2 - T_1}} \cdot \boldsymbol{e}^{-\frac{2\Delta t}{T_1}} + \frac{\boldsymbol{T_2}}{\boldsymbol{T_1 - T_2}} \cdot \boldsymbol{e}^{-\frac{2\Delta t}{T_2}});\\
y_3 &= \boldsymbol{k} \cdot (\mathbf{1} + \frac{\boldsymbol{T_1}}{\boldsymbol{T_2 - T_1}} \cdot \boldsymbol{e}^{-\frac{3\Delta t}{T_1}} + \frac{\boldsymbol{T_2}}{\boldsymbol{T_1 - T_2}} \cdot \boldsymbol{e}^{-\frac{3\Delta t}{T_2}});
\end{aligned}\right\} \tag{7}$$

и т.д.

Обозначив $A_1 = \boldsymbol{k}$; $A_2 = \frac{\boldsymbol{k \cdot T_1}}{\boldsymbol{T_2 - T_1}}$; $A_3 = \frac{\boldsymbol{k \cdot T_2}}{\boldsymbol{T_1 - T_2}}$; $p = \boldsymbol{e}^{-\frac{\Delta t}{T_1}}$; $q = \boldsymbol{e}^{-\frac{\Delta t}{T_2}}$

перепишем (7) в виде

$$\left.\begin{aligned}
y_0 &= A_1 + A_2 + A_3;\\
y_1 &= A_1 + A_2 \cdot \boldsymbol{p} + A_3 \cdot \boldsymbol{q};\\
y_2 &= A_1 + A_2 \cdot \boldsymbol{p^2} + A_3 \cdot \boldsymbol{q^2};\\
y_3 &= A_1 + A_2 \cdot \boldsymbol{p^3} + A_3 \cdot \boldsymbol{q^3};\\
y_4 &= A_1 + A_2 \cdot \boldsymbol{p^4} + A_3 \cdot \boldsymbol{q^4};\\
y_5 &= A_1 + A_2 \cdot \boldsymbol{p^5} + A_3 \cdot \boldsymbol{q^5};
\end{aligned}\right\} \tag{8}$$

и т.д.

Будем считать числа 1, p и q корнями кубического уравнения

$$\lambda^3 + B_1 \cdot \lambda^2 + B_2 \cdot \lambda + B_3 = 0. \tag{9}$$

Умножим первую строку на B_3, вторую на – B_2, третью на – B_1, четвертую на –1 и сложим их, тогда правые части дадут в сумме нуль, поэтому получим [2-4]

$$y_0 \cdot B_3 + y_1 \cdot B_2 + y_2 \cdot B_1 + y_3 = 0. \quad (10)$$

Проделаем ту же операцию со следующими четырьмя строками:

$$y_1 \cdot B_3 + y_2 \cdot B_2 + y_3 \cdot B_1 + y_4 = 0. \quad (11)$$

Последующие четыре строки дадут

$$y_2 \cdot B_3 + y_3 \cdot B_2 + y_4 \cdot B_1 + y_5 = 0. \quad (12)$$

В этих трех равенствах ординаты y_i известны из кривой разгона, а константы B_1, B_2, B_3 – искомые. Найдя их, далее следует вычислить корни кубического уравнения

$$\lambda_1 = 1; \lambda_2 = p = e^{\frac{-\Delta t}{T_1}}; \lambda_3 = q = e^{\frac{-\Delta t}{T_2}}, \quad (13)$$

откуда имеем

$$T_1 = -\frac{\Delta t}{\ln p} \quad \text{и} \quad T_2 = -\frac{\Delta t}{\ln q}. \quad (14)$$

Из любого уравнения системы (8), кроме первого, можно вычислить k.

Для повышения точности можно брать не шесть исходных ординат, а больше затем усреднить результаты[4].

По существу, этот способ является аппроксимацией заданного графика суммой экспоненциальных членов [5,6].

Перейдем к численному примеру. Взяв Δt = 0,5 мин измерим на кривой разгона (рис.1) девять ординат (табл. 1)

Таблица 1. **Экспериментальные данные**

t, мин	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
$y(t)$	0	1,821	3,306	4,381	5,160	5,725	6,133	6,430	6,644

Вывод

Последовательное соединение II-х инерционных звеньев (инерционное звено II-порядка) всегда дают переходной процесс S-образной формы. Следовательно если неизвестный объект исследования дает S-образную кривую разгона то его математическую модель можно идентифицировать как инерционное звено II-порядка.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Васильев Д.В., Чуич В.Г. Системы автоматического управления (примеры расчета). – М.: Высшая школа, 1967.

[2] Адамбаев М.Д. Определение динамической структуры и параметров промышленных объектов управления. – Алматы, комплекс 2010.

[3] Адамбаев М.Д. Теория и практика технического эксперимента (учебник рекомендованный МОН РК). – Алматы: КазНТУ им К.И. Сатпаева, 2013.

[4] Льюнг Л. Идентификация систем (теории для пользователя). – М.: Высшая школа, 1991.

[5] Адамбаев М.Д. Автоматтандырылған реттеу мен реттегіштер. Оқу құралы. – Астана: Фолиант, 2018 – 216 б.

[6] Адамбаев М.Д., Джулаева Ж.Т., Калабаева А.Е. Сызықты автоматты реттеу жүйелері (математикалық негіздері) Оқу құралы. – Алматы: М. Тынышбаев атындағы ҚазККА, 2019 – 180 б.

Адамбаев М.Д., Сарыбаева Ж. М., Калабаева А.Е.

S- пішінді екпін қисығы бар өнеркәсіптік басқару объектісін сәйкестендіру әдісі

Түйіндеме. Қазіргі уақытта өнеркәсіптік басқару объектісінің (ӨБО) барабар математикалық моделін алу үшін белсенді эксперимент – зерттелетін арна бойынша ӨБО екпін қисығын алу (объектінің сатылы кіріс әсеріне реакциясы) қолданылады. ӨБО -дың негізгі массасы S - пішінді нысанды екпін қисығы бар. Жұмыста негізделген, екінші ретті инерциялық звено әрқашан S-пішінді екпін қисығын береді. Мұндай буындардың математикалық моделі автоматты басқару теориясы курсынан белгілі. Ол екінші ретті инерциялық звеносы сияқты объектілердің құрылымын анықтауды болжайды, ал оның динамикалық параметрлері (күшейту коэффициенті, Тұрақты уақыт) арнайы математикалық қабылдауды қолдану арқылы алынған математикалық модельдің барабарлығы өте жоғары, ал шағын қателік (жеке модельдің 0,5÷2%-ға жуық) эксперименталды деректерді өңдеу қателіктерімен анықталады.

Түйінді сөздер: монотонды S - пішінді екпін қисығы, II-ретті инерциялық буын, беріліс функциясы, идентификация, белсенді эксперимент.

B. S. Kibirov, G. D. Mussapirova
(Almaty University of Power Engineering and Telecommunication
Almaty, Kazakhstan mgulz1@yandex.ru)

DEVELOPMENT OF ENGLISH PLATFORM FOR THE KAZAKH LANGUAGE LEARNING «INBETWEEN»

Abstract: The article describes the development of a system for learning the Kazakh language InBetween, implemented in the format of an Android application consisting of 4 sections. The first section is the study of the vocabulary and grammar of the Kazakh language by matching words and testing the knowledge gained; the second section - for texts in the Kazakh language intended for the practice of reading; the third section is the user's personal page on which he can edit his profile; the fourth section is a messaging service between users.

Keywords: classes, application, debugging, operating system, database.

Б. С. Кибиров, Г. Д. Мусапирова
(Алматинский университет энергетики и связи
Алматы, Республика Казахстан mgulz1@yandex.ru)

РАЗРАБОТКА АНГЛОЯЗЫЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА «INBETWEEN»

Аннотация: В статье приводится описание разработки системы для изучения казахского языка InBetween, реализованного в формате Android-приложения, содержащего изучения лексики и грамматики казахского языка методом сопоставления слов и тестирование полученных знаний, текстов на казахском языке, предназначенных для практики чтения, личной страницы пользователя, на которой он может редактировать свой профиль и сервиса обмена сообщениями между пользователями.

Ключевые слова: классы, web-приложение, отладка, операционная система, база данных.

Введение: Эта тема очень актуальна, так как в мире много людей, которые не говорят на казахском языке, но хотят изучать этот язык. Разрабатываемое приложение поможет людям всего мира выучить казахский язык, культуру и историю Казахстана.

На пути к созданию приложения необходимо было решить несколько важных задач, таких как установка среды разработки Android Studio, изучение принципов ее работы, изучение и применение языков программирования Java и Kotlin, создание различных классов, структур и XML-макеты для приложения, подключение Google Firebase, создание и заполнение базы данных Google Firebase Realtime, подключение и отладка смартфона, разработка и отладка, тестирование на рабочем оборудовании.

Особенность приложения заключается в том, что приложение написано для англоязычных пользователей. Это новшество, поскольку на сегодняшний день нет мобильных приложений для операционной системы Android для англоязычных пользователей, которые бы позволяли изучать казахский язык, культуру и историю Казахстана. Также нужно отметить, что пользователи могут

общаться между собой в форме писем, осуществлять поиск и добавлять новых пользователей в свой список контактов, а также пользователи могут оставлять свои собственные заметки, тем самым повышая качество своего образования

Инструменты, средства и разработка

Android Studio. это интегрированная среда разработки (IDE) для работы с платформой Android, анонсированная 16 мая 2013 года на конференции Google I/O. IDE находилась в свободном доступе начиная с версии 0.1, опубликованной в мае 2013, а затем перешла в стадию бета-тестирования, начиная с версии 0.8, которая была выпущена в июне 2014 года. Первая стабильная версия 1.0 была выпущена в декабре 2014 года, тогда же прекратилась поддержка плагина Android Development Tools (ADT) для Eclipse. Android Studio, основанная на программном обеспечении IntelliJ IDEA от компании JetBrains, - официальное средство разработки Android приложений. Данная среда разработки доступна для Windows, OS X и Linux. 17 мая 2017, на ежегодной конференции Google I/O, Google анонсировал поддержку языка Kotlin, используемого в Android Studio, как официального языка программирования для платформы Android в добавление к Java и C++.

Android. Основана на ядре Linux и собственной реализации виртуальной машины Java от Google. Изначально разрабатывалась компанией Android, Inc., которую затем купила Google. Впоследствии Google инициировала создание альянса Open Handset Alliance (OHA), который сейчас занимается поддержкой и дальнейшим развитием платформы. Android позволяет создавать Java-приложения, управляющие устройством через разработанные Google библиотеки. Android Native Development Kit позволяет портировать библиотеки и компоненты приложений, написанные на Си и других языках. Приложения под операционную систему Android являются программами в нестандартном байт-коде для виртуальной машины Dalvik, для них был разработан формат установочных пакетов .APK. Для работы над приложениями доступно множество библиотек: Bionic (библиотека стандартных функций, несовместимая с glibc); мультимедийные библиотеки на базе PacketVideo OpenCORE (поддерживают такие форматы, как MPEG-4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPEG и PNG); SGL (движок двухмерной графики); OpenGL ES 1.0 ES 2.0 (движок трёхмерной графики); Surface Manager (обеспечивает для приложений доступ к 2D/3D); WebKit (готовый движок для веб-браузера; обрабатывает HTML, JavaScript); FreeType (движок обработки шрифтов); SQLite (легковесная СУБД, доступная для всех приложений); SSL (протокол, обеспечивающий безопасную передачу данных по сети). По сравнению с обычными приложениями Linux, приложения Android подчиняются дополнительным правилам[65]: Content Providers — обмен данными между приложениями; Resource Manager — доступ к таким ресурсам, как файлы XML, PNG, JPEG; Notification Manager — доступ к строке состояния; Activity Manager — управление активными приложениями. Google предлагает для свободного скачивания инструментарий для разработки (Software Development Kit), который предназначен для x86-машин под операционными системами Linux, macOS (10.4.8 или выше), Windows XP, Windows Vista и Windows 7. Для разработки требуется JDK 5 или более новый. Разработку приложений для Android можно вести на языке Java (не ниже Java 1.5). Существует плагин для Eclipse — Android Development Tools (ADT), предназначенный для Eclipse версий 3.3—3.7. Также существует плагин для IntelliJ IDEA, облегчающий разработку Android-приложений, и для среды разработки NetBeans IDE, который, начиная с версии NetBeans 7.0, перестал быть экспериментальным, хоть пока и не является официальным. Кроме того, существует Motodev Studio for Android — комплексная среда разработки на базе Eclipse, позволяющая работать непосредственно с Google SDK.

Google Firebase. Firebase - это платформа для разработки мобильных приложений, разработанная Firebase, Inc. в 2011 году, а позднее была куплена Google в 2014 году. Firebase предоставляет базу данных в режиме реального времени и серверную часть в качестве службы. Этот сервис предоставляет разработчикам приложений API для синхронизации данных приложения между клиентами и их хранения в облаке Firebase. Компания предоставляет клиентские библиотеки, которые обеспечивают интеграцию с приложениями Android, iOS, JavaScript, Java, Objective-C, swift и Node.js. Доступ к базе данных также возможен через REST API и привязки различных JavaScript-фреймворков, таких как AngularJS, React, Ember.js, Backbone.js и т. Д. REST API использует протокол Server - Sent Events, который представляет собой API для создания HTTP-соединений. получать push-уведомления с сервера. Разработчики, использующие базы данных в режиме реального времени, могут защитить данные с помощью правил безопасности, применяемых компаниями на стороне сервера. Firebase - это новое поколение базы данных Firebase Realtime, выпущенное как бета-версия.

Используя сегодня на рынке различные серверные технологии, разработчики пытаются определить тип серверной части, наиболее подходящий для их приложения. Firebase - это платформа для разработки мобильных приложений, которая предоставляет разработчикам инструменты и сервисы

для разработки высококачественных приложений, увеличения базы пользователей и увеличения доходов.

До того, как Firebase стал Firebase в 2011 году, это был стартап под названием Envolve. Как и Envolve, разработчики имели API-интерфейсы, которые могли бы интегрировать функции онлайн-чата на веб-сайтах. Интересно было использовать Envolve для передачи большего количества данных приложения, чем сообщений чата. Разработчики использовали Envolve для синхронизации данных приложений в режиме реального времени между пользователями. С этим, основатель Envolve, Джеймс Тэмплин, Эндрю Ли теперь разделяет систему чата и архитектуру в реальном времени. Firebase была создана в апреле 2012 года как отдельная компания, предоставляющая функциональные возможности для бэкэнд-сервисов в реальном времени. После покупки Google в 2014 году Firebase быстро превратилась в многофункциональных гигантов современной мобильной и веб-платформы.

База данных Firebase Realtime - это облачная база данных NoSQL, которая позволяет пользователям сохранять и синхронизировать пользователей в режиме реального времени. База данных в реальном времени - это большой объект JSON, которым разработчики могут управлять в режиме реального времени. База данных в реальном времени => дерево значений База данных Firebase, имеющая только один API, предоставляет приложению текущие значения данных и обновления этих данных.

Разработка приложения велась в Android Studio IDE. Язык программирования приложения - Java. Необходимо было создать несколько классов, все они перечислены ниже. Также в приложении была создана и использована специальная цветовая схема.



Рис. 1. Функциональная схема приложения

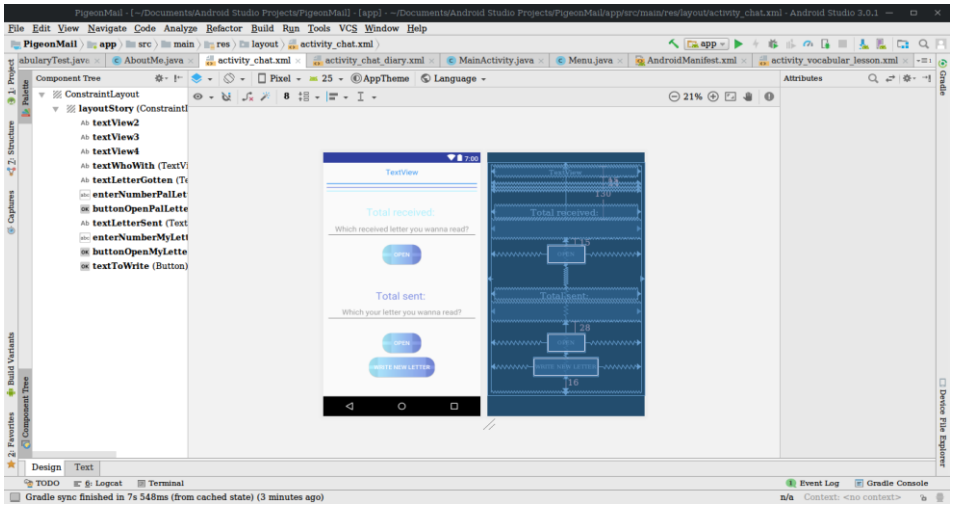


Рис. 2. ActivityChat

В этом активити, люди могут читать письма от других пользователей, к которым они соединены, а также могут писать людям новые письма.

ActivityChat InBetween является деятельностью, в которой человек может отправить письмо другому или прочитать все письма

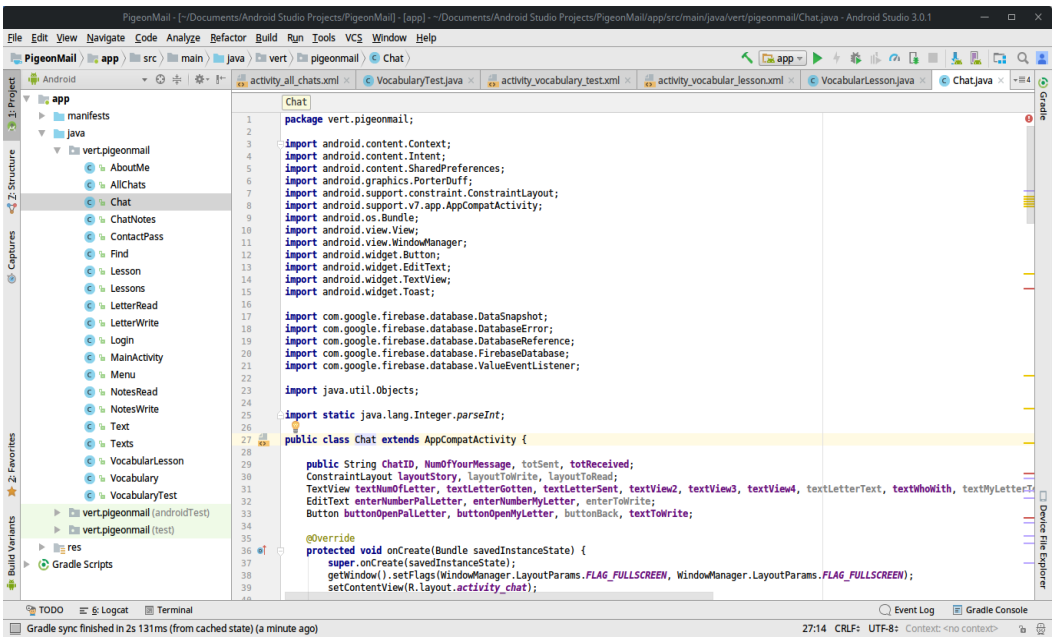


Рис. 3. ActivityChat InBetween

Создание различных переменных, типов String, TextViews и прочих представлено следующим кодом программы (рисунок 4).

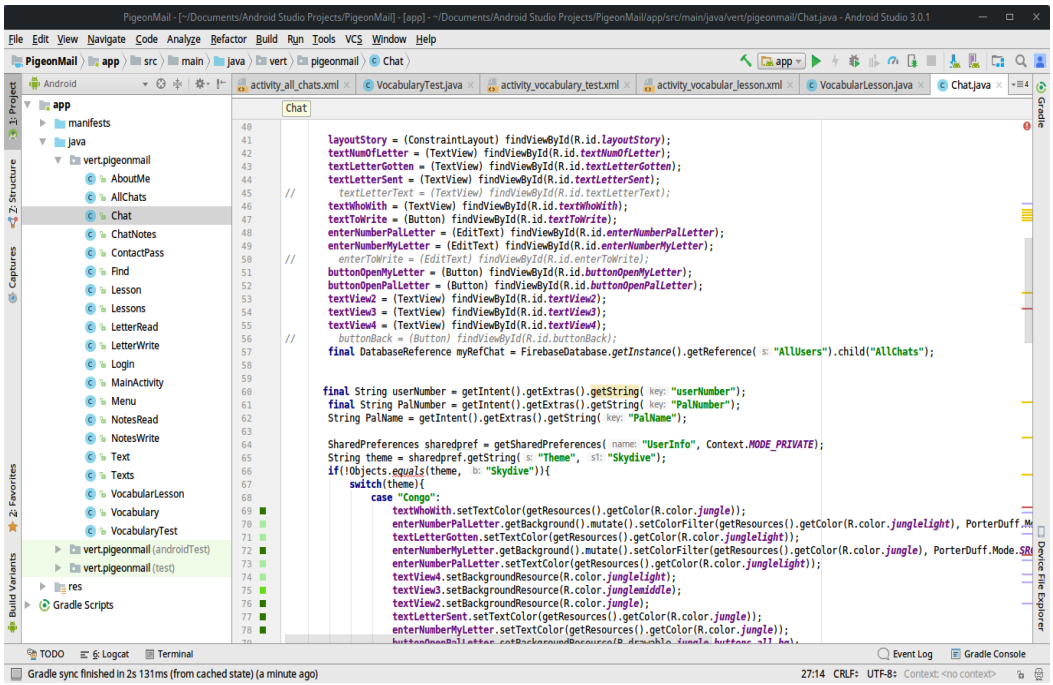


Рис. 4. SharedPreferences

Эта часть кода необходима для изменения цветовой схемы согласно выбранной пользователем и сохранения ее в SharedPreferences.

AllChats InBetween. В этом активити пользователь может просматривать все собственные письма, написанные для другого пользователя (рисунок 5).

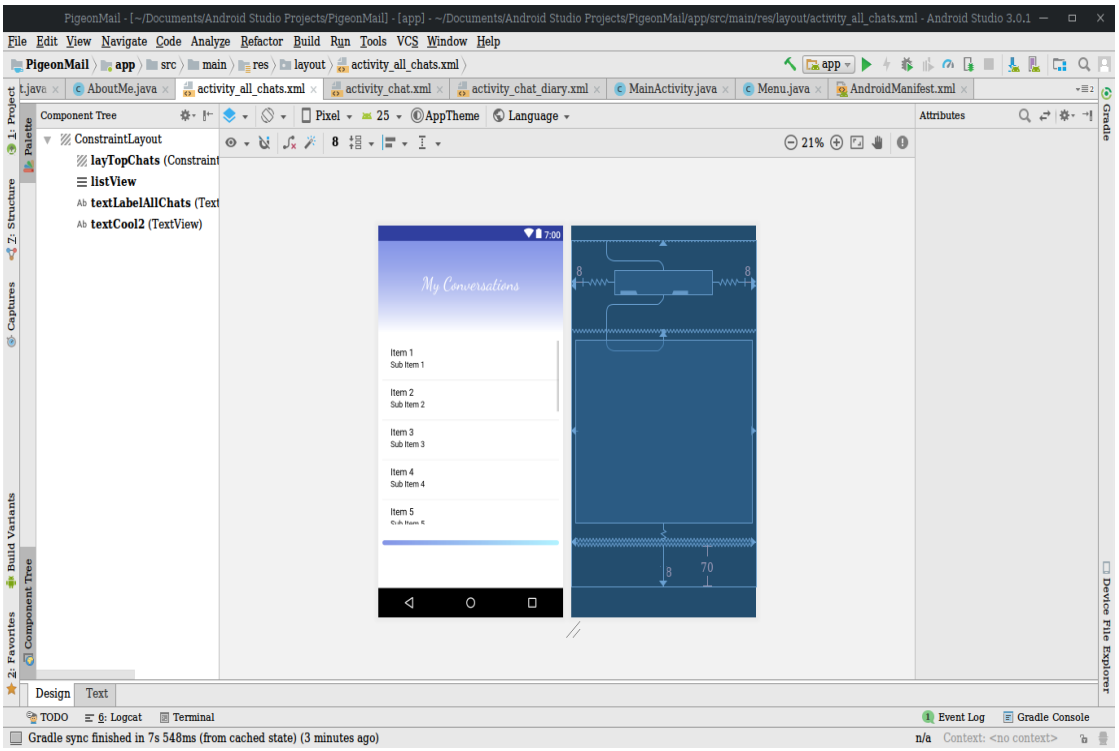


Рис. 5. AllChats

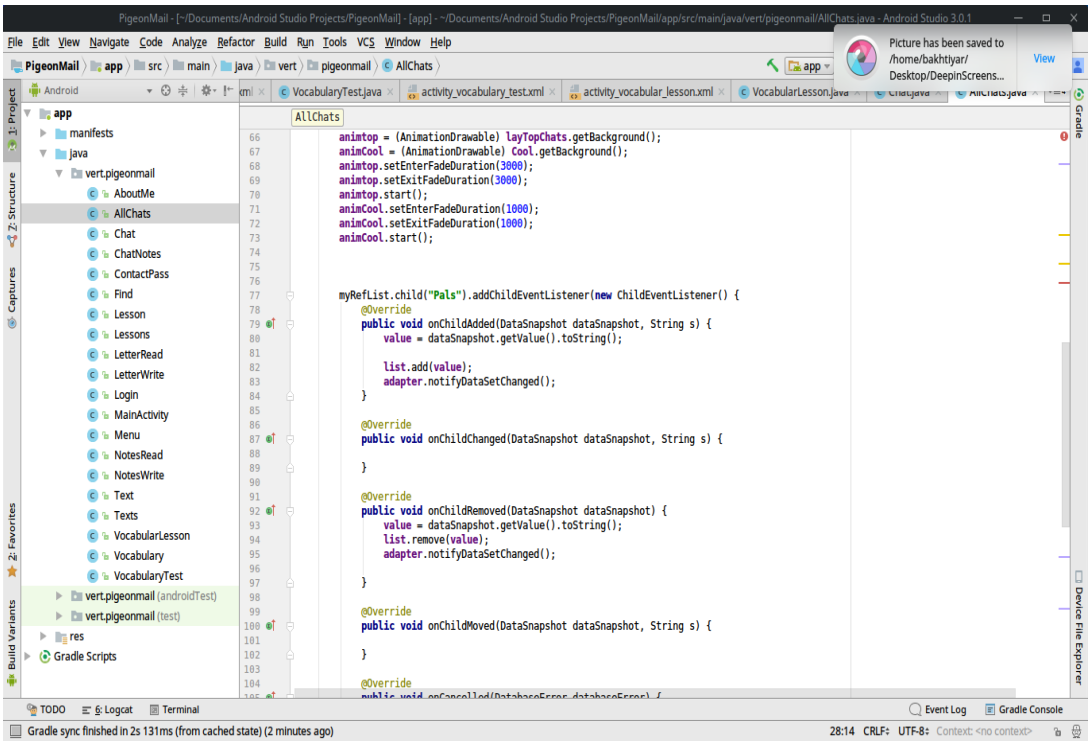


Рис. 6 . действие ListView

Эта часть кода необходима для подключения к Google Firebase Realtime Database.

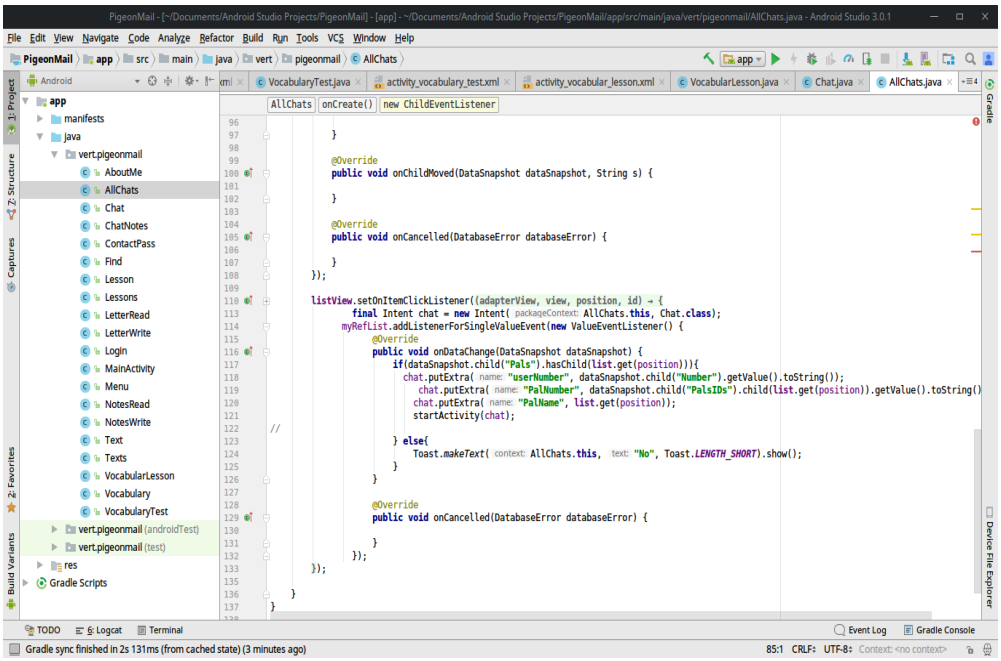


Рис. 7. ListView

В рисунке 7 представлена часть кода необходимая для создания ListView, внутри которого будет находиться вся информация.

AboutMe InBetween - один из основных активити приложения. Оно содержит всю информацию о пользователе, сколько уроков он/она прошли и тому подобное (рисунок 8).

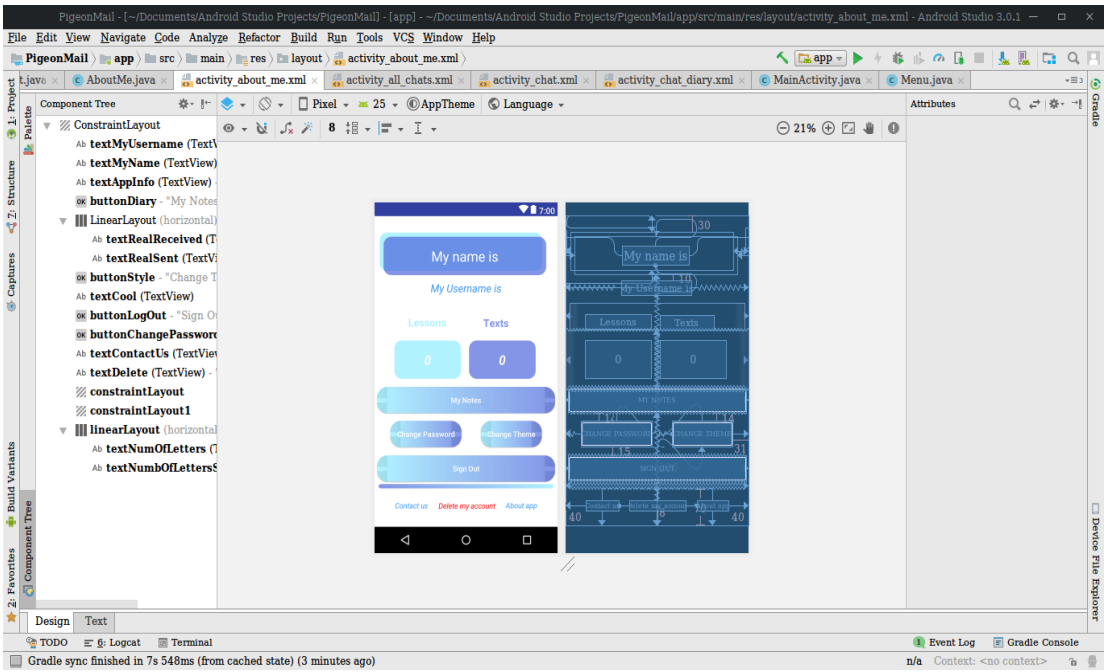


Рис. 8. AboutMe

Заключение

В конце разработки мы имеем Android приложение, позволяющее англоговорящим людям полноценно изучать казахский язык. Если пользователь желает изучить грамматику, лексику, культуру, историю Казахстана - ему необходимо лишь выбрать нужную категорию в представленном меню. В случае же, если пользователь желает связаться с конкретным пользователем - функционал позволяет это посредством кнопки Find.

ЛИТЕРАТУРА

[1] “Effective Java 3rd Edition” / Joshua Bloch - Addison-Wesley, 2018 - 392 с.

[2] “Computer Hacking Beginners Guide: How to Hack Wireless Network, Basic Security and Penetration Testing, Kali Linux, Your First Hack” / Alan T. Norman - CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016 - 152 с.

[3] “Head First Design Patterns: A Brain-Friendly Guide” / Eric Freeman – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016 - 193 с.

[4] “Learn Java in One Day and Learn It Well (Learn Coding Fast)” / Jamie Chan - Independently Published, 2016 - 235 с.

[5] “Starting Out with Java: From Control Structures through Objects (6th Edition)” / Tony Gaddis - Pearson, 2018 - 1168 с.

[6] “Spark: The Definitive Guide: Big Data Processing Made Simple” / Bill Chambers - "O'Reilly Media, Inc.", 2018 - 606 с.

[7] “Android Application Development Cookbook Second Edition” / Rick Boyer – Packt Publishing, 2016 - 428 с.

[8] “Android High Performance Programming” / Enrique Lopez Manas - Packt Publishing Ltd, 2016 - 412 с.

[9] “Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide (3rd Edition) (Big Nerd Ranch Guides)” / Bill Phillips - Pearson Technology Group, 2017 - 624 с.

[10] “Android Studio 3 Development Essentials - Android 8 Edition” / Neil Smyth – Packt Publishing Ltd, 2016 - 502 с.

[11] “LINUX: Easy Linux For Beginners, Your Step-By-Step Guide To Learning The Linux Operating System And Command Line (Linux Series)” / Felix Alvaro - CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016 - 118 с.

[12] “How Linux Works, 2nd Edition: What Every Superuser Should Know” / Brian Ward – No Starch Press, 2014 - 392 с.

[13] “Mastering Linux Kernel Development: A kernel developer's reference manual” / Raghu Bharadwaj - Packt Publishing Ltd, 2017 - 354 с.

[14] “Windows 8 For Dummies” / Andy Rathbone - John Wiley & Sons, 2012 - 224 с.

[15] "Development of linguistics field after learning a foreign language" / J. Mårtensson - NeuroImage, 2012 - 205 с.

[16] "Delay the onset of Alzheimer's disease: Bilingualism as a cognitive preliminary form." / F. Craik, E. Biawistok, M. Friedman - Neurology, 2010 - 488 с

[17] "Subcortical coding of sounds is improved in bilinguals and points to the benefits of performing functions." / J. Krizman - Minutes of the National Academy of Sciences, 2012 – 210 с.

[18] "Development of working memory of single language and bilingual children” / J. Morales - Journal of experimental child psychology, 2013 - 870 с.

Кибиров Б. С., Мұсапирова Г. Д.

«InBetween» қазақ тілін үйренуге арналған ағылшын тілді платформаны құрылуы

Түйіндеме. Бұл мақалада Android-қосымшасы арқылы жүзеге асқан, алынған білімді тестілу мен сөздерді салыстыру әдісі арқылы қазақ тілінің лексикасы мен грамматикасын үйренуден, оқу бойынша машықтануға арналған қазақ тіліндегі тексттерден, өз профилін өзертуге мүмкіндігі бар жеке парақшасынан және қолданушылар арасында өзара араласа алатын сервистен тұратын, InBetween қазақ тілін үйренуге арналған жүйенің құрылуы туралы жазылған.

Түйінді сөздер: класстар, web-қосымша, күйін келтіру, операциялық жүйе, деректер қоры.

УДК:628.1.033

A. S. Doskhozhaev[1], B. A. Unaspekov[2], E. L. Voitov[3], Y. L. Solobovich[4]

(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.

[3]novosibirsk state University of architecture and civil engineering, Novosibirsk, Russia)

SAFE TECHNOLOGIES FOR DRINKING WATER TREATMENT IN KAZAKHSTAN AND RUSSIA

Abstract. The review of hydrological, hydrogeological and chemical-technological factors and modes of water consumption of fresh water for water supply purposes is carried out.

Key words: drinking water, water supply, purification of drinking water from organic substances, reactor-clarifier, water quality.

А.С. Досхожаев[1], Б.А. Унаспеков[2], Е.Л. Войтов[3], Ю.Л. Солобович[4]
([12]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
[34]Новосибирский государственный архитектурно - строительный университет,
Новосибирск, Россия)

БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В КАЗАХСТАНЕ И РОССИИ

Аннотация. Выполнен обзор гидрологических, гидрогеологических и химико-технологических факторов и режимов водопотребления пресных вод для целей водоснабжения таких крупных городов, как Нур-Султан, Алматы, Павлодар и др.

Ключевые слова: питьевая вода, водоснабжение, очистка питьевой воды от органических веществ, реактор-осветлитель, качество воды.

Введение. Данное исследование проведено в рамках государственной политики двух государств – России и Казахстана по улучшению качества питьевой воды. Проведён обзор актуальной литературы по данной проблеме как отечественной, так и зарубежной с учётом всех новейших разработок в этой области. Органические вещества, поступающие в открытые водоемы и в подземные воды в результате вымывания гумусовых веществ из почв, торфяников, а также отмирания и разложения водных организмов в самих водоемах, являются главной причиной появления в воде привкусов и запахов. Природный гумус, представлен гуминовыми и фульвокислотами, которые придают воде желто-коричневую окраску и образуют с металлами (в первую очередь с железом и марганцем) растворимые в воде, устойчивые к окислению комплексные соединения. Образование комплексных соединений алюминия в процессе коагуляционной очистки и защитное действие гуминовых кислот увеличивает концентрацию остаточного алюминия в очищенной воде. В результате хлорирования воды образуются токсичные галогенорганические соединения: хлороформ, дихлорбромметан, хлорфенол и др. Многие подземные месторождения вод также имеют повышенное содержание природных органических соединений связанных с интенсивным отбором подземных вод и притоком в них загрязненных аллювиальных речных вод и поверхностного стока. В ряде источников поверхностных и подземных вод отмечено присутствие специфических органических примесей - фенолов, нефтепродуктов и др.

Методы. В этой связи нами в статье кратко приводятся принципы и методика совместных проведенных исследований российских и казахстанских коллег, а также мировой опыт учёных в области гидрологии, геологии, гидрогеологии, почвоведения и др. направлений:

- новые направления совершенствования технологий и оборудования очистки маломутных вод с высоким содержанием органических соединений для питьевого водоснабжения;
- новые конструкции водоподготовительных сооружений; - особенности реагентной очистки воды в слое взвешенной загрузки реактора-осветлителя;
- методика расчета и оптимизации реакторов-осветлителей, учитывающая их гидравлические и конструктивные особенности;
- технологии обработки и утилизации промывных вод и осадка реакторов-осветлителей и фильтров водоподготовительных сооружений;
- эффективные технологии очистки маломутных вод с высоким содержанием органических веществ из поверхностных и подземных источников для питьевого водоснабжения.

2 0 ОХА- 80 ПРСТ-0,1 0.32 12 4,6 0,19 5,5 6
3 гХНui - 5 СА -123 ПРСТ-0,1 0,18 11 4,2 0.25 3,0 11
4 ГХН-и - 5 ОХА- 50 ПРСТ-0,1 0,20 9 3,9 0,12 9,0 8
5 Озон - 10 СА - 110 0 0,21 10 4,8 0,14 2,3 8
6 ПМК - 10 СА - 100 0 0,19 19 5,2 0,18 2,0 9
Очистка с применением реактора-осветлителя
7 Озон - 10 ОХА - 21 ПРСТ-0,1 0,20 16 4,5 0,15 2,2 34
8 ГХН-,,1- 5 ОХА- 18 0 0,48 16 4,1 0,14 2,8 26
9 ГХНТ - 5 ОХА - 25 ПРСТ-0,1 0,31 17 4,8 0,16 2,3 18
10 ПМК - 10 ПОХА- 30 ПРСТ-0,1 0,80 19 5,5 0,18 2,5 14
11 ГХНТ - 5 СА - 40 ПРСТ-0,1 0,53 14 3,2 0,21 1.0 48

Примечание: период года - осень, качество исходной воды: мутность - 2,4-2,5 мг/л, цветность - 250-300 град., окисляемость -18-29 мг 02/п, ГХНэл - гипохлорит натрия электролизный; ГХН т-гипохлорит натрия технический; СЛ - сульфат алюминия ; ОХА - оксихлорид алюминия; ПОХА - полиоксихлорид алюминия; ПРСТ - Праестол 650-ТР; ПМК - перманганат калия;

Результаты. Результаты исследований эффективности очистки подземной воды на полупроизводственной установке

Температура Этапы очистки воды Усредненные показатели качества очищаемой подземной воды

воды. Дозы рн С02, Ре,,бЩ Mn+i, Мутность, Цветность, Окисляе- Фенол, Н/продук-

реагентов мгл мг/л мг/л мг/л градусы мость, мг 02/л мг/л ты, мг/л

Исходная вода 6,8 82 2,20 1,20 4,6 58 4,1 0,005 0,05

8°С Аэрация, ВЭР-обработка 7,4 32 0,95 1,20 4,6 64 4,0 0,003 0,04

Дпмк= 1,5 мг/л Реагетгная обработка,

Дщ=75 мг/л осветление на РО 8,8 0 0,28 0,09 1,5 15 2,5 0,002 0,03

Сорбция на УСФ 8,2 0 0,12 0,06 0,8 8 1,8 0,001 0,02

пдк 6-9 - 0,30 0,10 1,5 20 5,0 0,001 0,10

ПМК - перманганат калия; Щ - щелочь (едкий натр); РО - реактор-осветлитель;

УСФ - угольный сорбционный фильтр; ВЭР- обработка - высокочастотная электроразрядная обработка;

При снижении цветности воды оксихлорид также имел двух кратное преимущество по дозам коагулянта зимой. Летом при высоких дозах коагулянта ОХА терял свое преимущество перед сульфатом алюминия по дозам и не позволял обеспечить нормативную цветность питьевой воды (20 град.). В любое время года применение СА вдвое увеличивало продолжительность фильтроциклов за счет образования более плотного и прочного осадка в загрузках реактора осветлителя и фильтров. Использование флокулянта Праестол 650-ТР сокращало расход коагулянта на 15-20%. На основании экспериментальных исследований, выполненных при различной температуре и качестве речной воды в различные сезоны года рекомендовано: при температуре воды выше 10°С использование сульфата алюминия, при более низкой температуре - оксихлорида алюминия; в качестве флокулянта -Праестола 650 ТР; в качестве окислителя - гипохлорита натрия с дозами по активному хлору от 3 до 5 мг/л. Результаты исследований показали нецелесообразность подачи очищаемой воды после дегазатора-окислителя непосредственно на фильтр с модифицированной загрузкой. Это связано с тем, что при большом содержании железа в подземной воде (> 3 мг/л) без предварительного скорого фильтрования воды поры модифицированного фильтрующего материала быстро забивались образующимся осадком гидроксида железа Fe(OH)3 и фильтр необходимо было выводить на промывку по достижении максимально допустимой потери напора, обусловленной располагаемым напором (3-3,5 м вод. ст. для открытых фильтров).

Обсуждение. В Новосибирском государственном архитектурно-строительном университете (Сибстрин) разработан новый каталитически активный фильтрующий материал «Активный розовый песок» [9]. Фильтрующий материал «Активный розовый песок» (АРП) представляет собой модифицированную горелую породу (розовый песок) месторождения «Дальние горы» различных фракций. Исходный материал изготавливается в соответствии с ТУ 5712-00148634843-99 и имеет санитарно-эпидемиологическое заключение о допустимости его применения в качестве фильтрующего материала для очистки вод.

ВЫВОДЫ

1. Разработанный в Новосибирском государственном архитектурно-строительном университете новый каталитически активный фильтрующий материал «Активный розовый песок» имеет высокую механическую прочность, химическую стойкость, а по окислительной емкости не уступает известным импортным аналогам «Бирм» и «Зеленый песок», но имеет на порядок более низкую стоимость.

2. По результатам исследований рекомендованы рациональные конструктивные и технологические параметры фильтров с модифицированным фильтрующим материалом «Активный розовый песок».

ЛИТЕРАТУРА

[1.] Когановский, А.М. Адсорбция органических веществ из - Л. : Химия, 1990. - 256 с.

[2] Сколубович, Ю.Л. Подготовка питьевой воды из подземных источников / Ю.Л. Сколубович. - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин). - 2008. - 188 с.

[3] Е.Ф. Кургаев .с. 941303 СССР, МКИ С 02 F 1/28. Способ очистки природных вод от сероводорода. - Опубл. 07.07.1982; Бюл. № 25.

[4] Т.А. Губайдулина Пат. 2275335, РФ, МКИ С02F 1/64. Фильтрующий материал для очистки воды от марганца и железа, способ его получения и способ очистки воды от марганца и железа. - Опубл. 27.04.2006; Бюл. № 12.

[5] Каталог фильтрующих материалов и ионообменных смол «Пьюролайт». - М. : 2003. - 13 с.

[6] Каталитически активный фильтрующий материал - МЖФ: Рекламный проспект «Альянс-Нева». - СПб., 2002. - 5 с. - Условия доступа :www: Allians-neva.ru/

[7] Бочкарев, Г.Р. Природные катализаторы в процессах водоподготовки.Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. - 2008. - № 10. -С. 52-56.

[8] Скиттер, Н.А. Природные и модифицированные сорбенты для деманганации и обезжелезивания подземных вод :автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Новосибирск, 2004. - 24 с.

[9] Пат. 2363536, РФ, МПК B01J 20/06. Способ получения каталитически активного зернистого фильтрующего материала / Е.Л. Войтов, Ю.Л. Сколубович, М.Н. Бредихин, А.Ю. Сколубович. - Опубл. 10.08.2009; Бюл. № 22.

[10]. Войтов, Е.Л. Подготовка питьевой воды из поверхностных источников с повышенным природным и антропогенным загрязнением - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. - 216 с.

[11] Досхожаев А.С, Сагаткалиев Д.С.Виртуальные лабораторные работы в учебном процессе Казахстана // Проблемы формирования профессиональных компетенций в техническом вузе. Россия. Башкортостан,2014г. 4 с.

[12] Досхожаев А.С. Моделирование гидрогеологических условий Голодностепского месторождения подземных вод с помощью моделирования в среде программного комплекса// EAGE Европейская ассоциация геоучёных и инженеров/ Инженерная и рудная геофизика.- Алматы, 2018. -12с.

[13] Досхожаев А.С. Некоторые вопросы районирования орошаемых земель Казахстана//на примере поливных массивов в Алматинской области.-Алматы:КазНИТУ им.К.И.Сатпаева,2019.-6с.

[14] Досхожаев А.С, Байнатов Ж.М. Защитное покрытие для укрепления откосов. Патент-НЭБ,РФ-Москва:,1993.-6с.

[15] Унаспеков Б.А. Повышение энергосбережения и пути совершенствования системы теплоснабжения зданий.изд.-Караганда: КарГУ, 2018. 264-267с.

Досхожаев А. С, Унаспеков Б. А, Войтов Е. Л, Солобович Ю. Л.

Қазақстан мен ресейде ауыз суды дайындаудың қауіпсіз технологиялары

Түйіндеме. Гидрологиялық, гидрогеологиялық және химиялық-технологиялық факторларға және сумен жабдықтау мақсатында тұщы суды тұтыну режимдеріне шолу жасалды.

Түйінді сөздер: ауыз су, сумен жабдықтау, ауыз суды органикалық заттардан тазарту, реактор-ағартқыш, судың сапасы.

УДК 004.67; 550.379

[1]M.K. Turarova, [2]I.N. Modin, [1]T. Mirgalikyzy

([1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
marzhan_08@mail.ru, [2]M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation)

2D INVERSION AND INTERPRETATION OF THE ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY RESEARCH DATA IN THE «OPAKOV» SETTLEMENT OF THE KALUGA REGION

Abstract. The paper is devoted to the problem of taking into account the influence of the ground surface relief in interpreting the electrical resistivity tomography data. This work presents the results of processing and interpretation of electrical resistivity tomography data obtained in the «Opakov» settlement of the «Ugra» national park in the Kaluga region to study the geological medium and to assess the influence of the ground surface relief with steep slopes on the inversion results. The results of 2D inversion showed clear effects of uneven ground surfaces, characteristic of convex and concave shapes of the relief. This means that in order to clarify the dubious results of the interpretation, the study of media with an uneven ground surface requires improving methods for accounting and eliminating the effect of the ground surface relief in inversion programs.

Key words: 2D inversion programs; electrical resistivity tomography; ground surface relief; interpretation; electrical prospecting.

[1]М.К. Тураровa, [2]И.Н. Модин, [1]Т. Миргаликызы
([1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан, marzhan_08@mail.ru, [2]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация)

2D ИНВЕРСИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИЕЙ В ГОРОДИЩЕ «ОПАКОВ» КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Статья посвящена проблеме учета влияния рельефа земной поверхности при интерпретации геофизических данных электрической томографии. В данной работе представлены результаты обработки и интерпретации данных электрической томографии, полученных в городище «Опаков» национального парка «Угра» Калужской области для изучения геологической среды и оценки влияния рельефа поверхности земли с крутыми углами наклонов на результаты инверсии. Результаты 2D инверсии показали явные влияния неровных поверхностей земли, характерные выпуклым и вогнутым формам рельефа. Это означает, что для уточнения сомнительных результатов интерпретации исследования сред с неровной поверхностью земли требуется совершенствование методов учета и устранения влияния рельефа поверхности земли в программах инверсии.

Ключевые слова: программы 2D инверсии; электрическая томография; рельеф земной поверхности; интерпретация; электроразведка.

Введение

На сегодняшний день применение электрической томографии в качестве метода электроразведки приобрел мировую практику в геологоразведке [1-2], инженерной геологии [3], экологических задачах [4], гидрологии [5] и археологии [6], так как электрическая томография – это неразрушающий, экономичный и мощный аппаратурно-программный инструмент для получения 2D и 3D визуальных разрезов исследуемой среды. Тем не менее, большинство исследований электрической томографией проводятся на местах, где влияние неровной поверхности земли может привести к вводящим в заблуждение ложным аномалиям [7-8]. Поэтому очень важно учитывать влияние рельефа поверхности земли и избегать от неправильной интерпретации геофизических данных. Для учета и устранения влияния неровной поверхности земли по сей день развиваются различные методы [9-10] моделирования и инверсии данных электрической томографии. В широко используемых программах инверсии для учета и устранения влияния рельефа поверхности земли включают в сетку 2D и 3D топографию [11-13]. Практика применения программ 2D и 3D инверсии при электротомографических исследованиях и моделированиях показывает, что инверсия данных среды с рельефом земной поверхности, особенно с большими углами наклона (больше 10^0 и 20^0), дают не всегда правильную и достоверную информацию.

Целью данной работы является оценка влияния рельефа поверхности земли на результаты инверсии и интерпретации электротомографических данных исследования в археологическом городище Опаков национального парка «Угра» Калужской области (Российская Федерация) во время научной практики.

В данной работе описываются суть метода электрической томографии, аппаратно-программный комплекс исследования, результаты 2D инверсии и интерпретации полученных данных в ходе исследования.

Методика и аппаратура исследования

Электрическая томография (ЭТ) – это высокоразрешающая электроразведка на постоянном токе. Метод электрической томографии является модификацией метода сопротивлений, в котором комбинируются принципы профилирования и зондирования. Метод электрической томографии позволяет получить двумерные и трехмерные геоэлектрические разрезы по результатам данных, измеренных на поверхности земли с помощью неразрушающего контроля. Использование многоэлектродной и многоканальной системы измерения является особенностью метода электрической томографии, отличающейся от метода вертикального электрического зондирования. Другой особенностью ЭТ является использование одних и тех же установленных по одному профилю электродов много раз в качестве приемных и измерительных электродов с помощью специальных кос и коммутатора, который может переключать все электроды и соединять их с генератором и измерителем. Расстояние между электродами устанавливаются одинаковыми [14]. Таким образом, в методе электрической томографии за счет процедуры предварительной расстановки всех электродов и

многоканального способа измерения значительно повышается производительность измерения и за счет большого объема исходных данных возрастает качество инверсии данных электрической томографии. Глубина исследования зависит от разноса, типа установки и характера геоэлектрического разреза. Глубина исследования и разрешающая способность являются взаимозависимыми параметрами, так как чем больше глубина, тем меньше разрешающая способность. Кроме этого разрешающая способность зависит от расстояния между электродами, а в горизонтально-слоистых средах глубина зондирования может упасть из-за наличия в разрезе высокоомных экранов или наоборот возрасти в присутствии проводников, которые способствуют затягиванию тока на глубину. Для различных электроразведочных установок величина действующего разноса будет разной.

Например, для установки Шлюмберже глубину измерения определяют как (1/2 ÷ 1/5) AB/2 (AB – расстояние между питающими электродами). При проведении электрической томографии измеряется разность потенциалов ΔU_{mn} между соседними или требуемыми измерительными электродами MN (Рисунок 1). При сравнительно невысоком уровне помех для обеспечения многоканального приема используется принцип взаимности и применяется инверсная установка Шлюмберже MABN, в которой увеличение разноса достигается за счет увеличения длины приемной линии.

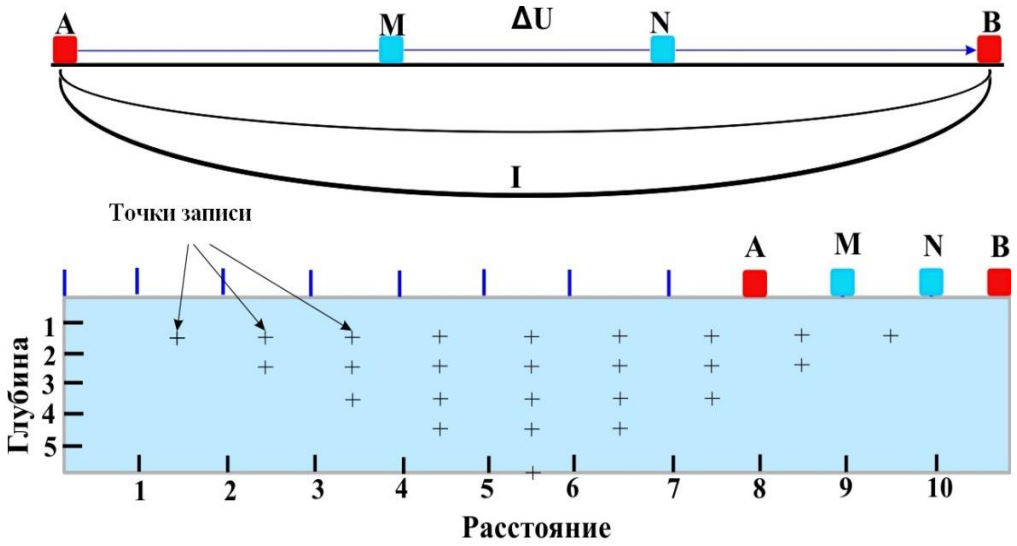


Рис. 1. Принцип измерения электрической томографией

После измерения по закону Ома рассчитывается значения кажущегося сопротивления $\rho_к$ на каждом разносе по формуле [15]:

$$\rho_к = K\frac{\Delta U}{I}, \qquad (1)$$

где K – геометрический коэффициент установки, ΔU – измеренная разность потенциалов между приемными электродами M и N, I - ток в питающей линии AB.

Для проведения геофизических исследований электрической томографией используют специальные станции со встроенными программными обеспечениями преобразования полевых данных, такие как Омега-48, Скала-48 и Скала-64, Syscal-Pro, SAS4000, ABEM или коммутирующий модуль COMx64, который работает со стандартной одноканальной аппаратурой типа АСТРА-100 и МЭРИ-24. В наших исследованиях использована аппаратура Омега-48. Многоканальный электроразведочный аппаратурно-программный комплекс «Омега-48» это десятиканальная электротомографическая станция. В таблице 1 представлены основные характеристики аппаратурно-программного комплекса «ОМЕГА-48».

Таблица 1. **Основные технические характеристики аппаратурной части комплекса «ОМЕГА-48» [16-17].**

Тип комплекса	Многоканальный с коммутацией питающих и приемных линий в косе
Количество электродов в косе	48, коса разбита на два сегмента по 24 электрода, комплекс находится в центре
Количество одновременно работающих приемных каналов	От 1 до 10 (Пара приемных электродов для каждого канала может выбираться произвольно)
Количество одновременно работающих питающих линий	1 (Передающие электроды могут выбираться произвольно)
Шаг между электродами	Обычно от 1 до 5 м
Длина косы	От 47 до 235 м (два сегмента длиной от 24 до 120 м)
Форма сигнала	Разнополярные импульсы постоянного тока с изменяемой длительностью пауз
Питание	24 В внешнее

Для предварительного просмотра и редакции данных используется программа x2ipi *(Бобачев А.А.)*, которая позволяет корректировать, настроить аппаратуру, проверить и оценить качество измерений. В данной программе также есть возможность сохранения измеренных данных (значения кажущегося сопротивления) в формате для загрузки в широко используемые программы 2D инверсии (например, Res2Dinv и ZondRes2Dinv). В программе можно построить псевдоразрезы и ввести измеренные координаты рельефа земной поверхности.

Результаты электрической томографии и интерпретация данных

С целью изучения геологической среды с неровной поверхностью рельефа и оценки его влияния были проведены геофизические исследования с применением многоканального электроразведочного аппаратурно-программного комплекса «Омега-48»в городище «Опаков», расположенное в пределах национального парка «Угра» Калужской области.

Опаков – это археологическое памятное место, где на северо-западной окраине обитали племена восточных балтов в эпоху раннего железного века (7-8 вв. до н.э.). В средневековье (14-15 вв.) Опаков был пограничной крепостью Великого Княжества Литовского (Рисунок 2).

Геофизические исследования с применением электрической томографии были проведены на крутых склонах городища (при углах наклона 30^0-45^0), к юго-западу от места, где сохранился фундамент крупной каменной оборонительной башни (Рисунки 3-4).



Рис. 2. Археологическое памятное место «Опаково городище»



Рис. 3. Проведение измерений электрической томографией

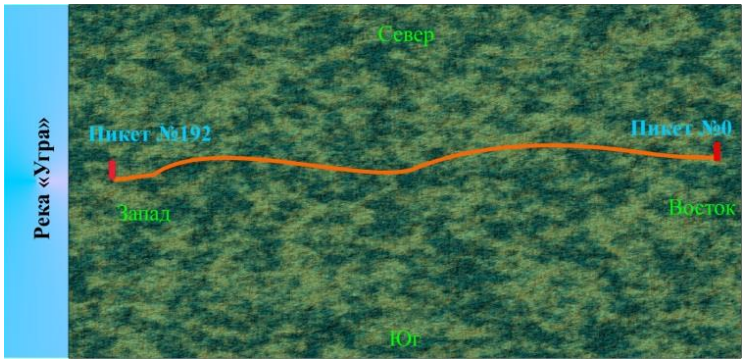


Рис. 4. Карта профиля электрической томографии

Общая длина профиля составила 193 метра. Измерения проводились четырехэлектродной обращенной установкой Шлюмберже MABN и дипольной осевой ABMN. По одному профилю проведены два измерения, первое измерение сделано косой с шагом 5 метров между электродами, второе измерение сделано косой с шагом 1 метр между электродами. Для измерения с шагом 1 метр между электродами использовались четыре раскладки электроразведочных кос. Координаты высот измерительных электродов относительно уреза воды в р.Угра получены в результате выполнения тахеометрической съемки для построения рельефа вдоль профиля (Рисунок 5).

Измеренные данные обработаны в программе x2ipi: удалены значения, где происходили ураганные вылеты электродов при измерении; объединены данные нескольких раскладок и установок измерения; введены координаты превышения точек рельефа, по которому построен сглаженный график рельефа; построены псевдоразрезы кажущегося сопротивления для каждой установки (Рисунок 6).



Рис. 5. Рабочий момент тахеометрической съемки

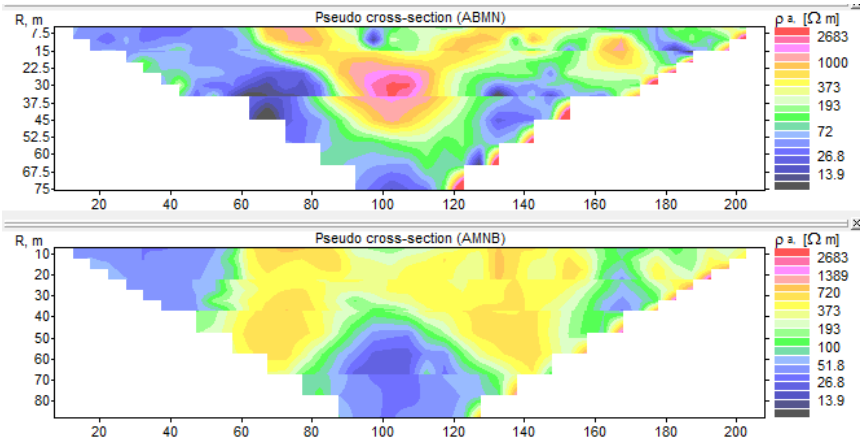


Рис. 6. Псевдоразрезы кажущихся сопротивлений по профилю.
Шаг между электродами 5 метров. Сверху – разрез $\rho_к$ для дипольной установки,
внизу – разрез $\rho_к$ для установки Шлюмберже.

С помощью программы Res2DInv [11] получили сглаженный осредненный график рельефа, модели блоков измерения и геоэлектрические разрезы истинных сопротивлений для двух видов измерений по одному профилю. График рельефа по тахеометрическим данным представлен на рисунке 7.

На рисунках 8 и 9 представлены модели расположения блоков с точками записи для построения псевдоразрезов искомых сопротивлений геологической среды. Программа инверсии Res2Dinv использует двумерную модель, состоящую из прямоугольных блоков. Количество блоков приблизительно соответствует количеству точек измерения. Выбрана стандартная модель блоков, где размеры блоков равны расстояниям между электродами на поверхности земли.

Глубина модели блоков измерения приблизительно соответствует реальной глубине измерений. Минимальная глубина измерения с шагом 5 метров составила – 2 метра, максимальная глубина измерения – 36,3 метра. Минимальная глубина измерения с шагом 1 метр составила – 0,52 метра, максимальная глубина измерения – 14,6 метров.

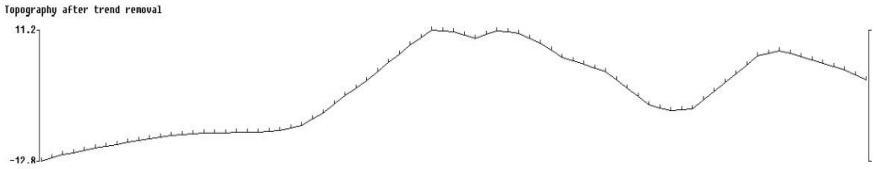


Рис. 7. Сглаженный и осредненный график рельефа по профилю
измерения в городище «Опаков»

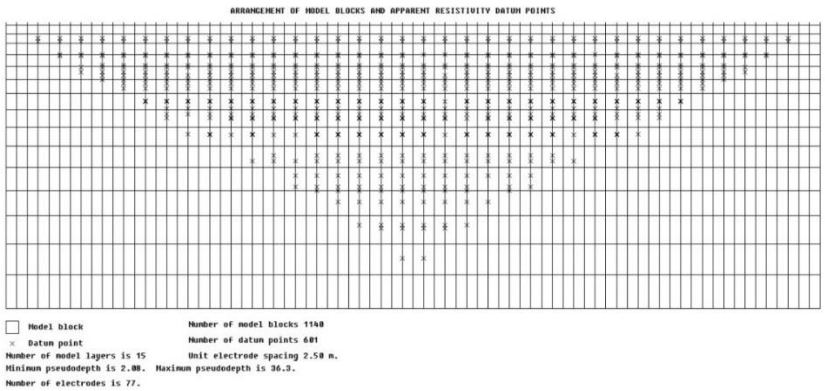


Рис. 8. Модели блоков вместе с точками записи по измерению
косой с шагом 5 м между электродами

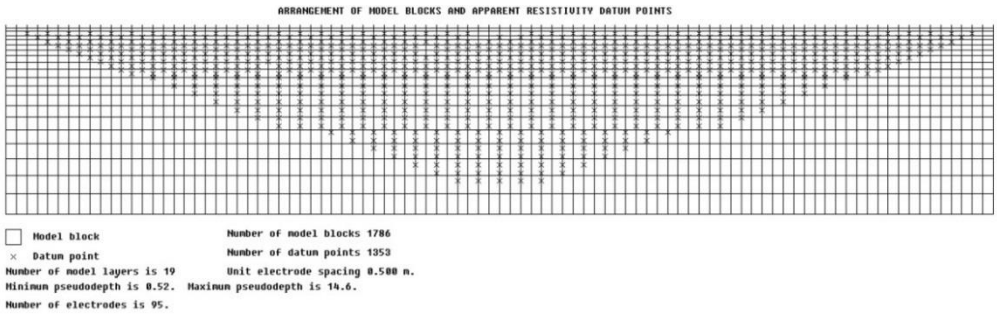


Рис. 9. Модели блоков вместе с точками записи по измерению косой с шагом 1 м между электродами

Геоэлектрический разрез истинных сопротивлений рассчитывается по моделям блоков. В программе Res2DInv для построения геоэлектрического разреза с учетом рельефа поверхности земли есть возможность автоматического выбора методом конечных элементов включение рельефа в используемую сетку моделирования, как и в других программах инверсии. Для построения геоэлектрического разреза использован данный метод. Результаты инверсии двух видов измерения по одному профилю представлены на рисунках 10 и 11.

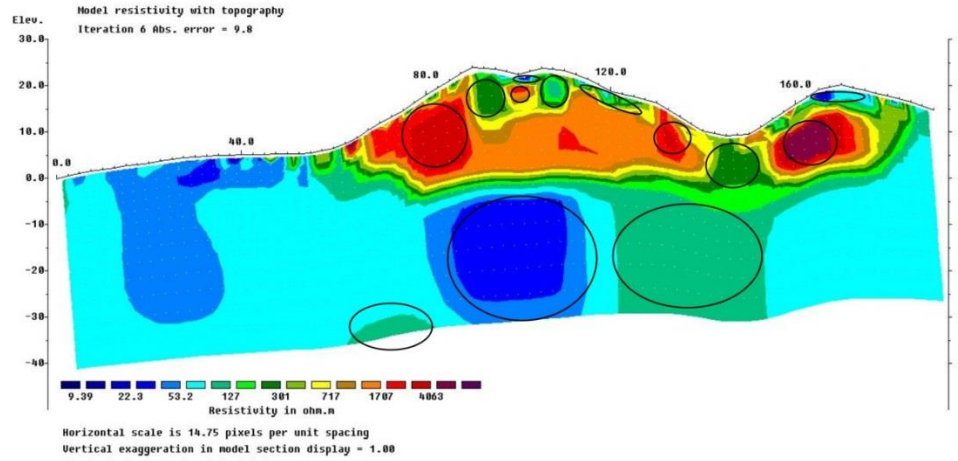


Рис. 10. Геоэлектрический разрез истинных сопротивлений по профилю измерения с шагом 5 метров между электродами

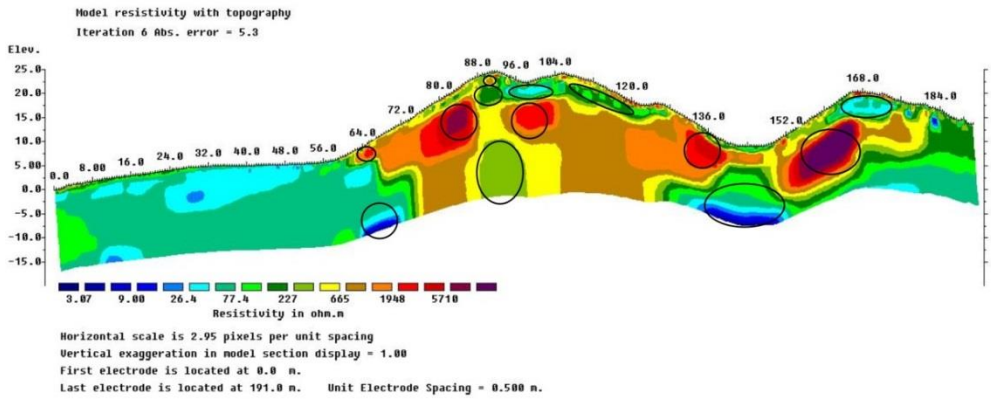


Рис. 11. Геоэлектрический разрез истинных сопротивлений по профилю измерения с шагом 1 метр между электродами

На основе полученных результатов была проведена интерпретация двух разрезов для оценки влияния рельефа поверхности земли на результаты инверсии.

На геоэлектрическом разрезе, представленном на рисунке 10 можно выделить две основные структуры: от 60 до 184 пикета верхний слой мощностью до 10 м с удельным электрическим сопротивлением от 300 до 1000 Ом·м. Учитывая геологическую ситуацию местности, предположительно, это песок слегка влажный; нижний слой от 60 до 184 пикета и от 0 до 60 пикетов мощностью от 0 до 36,3 м. В нижней части слоя от 0 до 120 пикетов и от 152 до конца профиля наблюдаются значения удельного электрического разреза от 10 до 60 Ом·м. Возможно, это суглинок, сильно увлажненный грунтовыми водами. От 120 до 152 пикета, вероятно, это влажный песок.

Если сопоставить два разреза (рисунки 10 и 11) можно заметить, что верхние части более или менее совпадают, а нижние части разрезов разные.

На геоэлектрическом разрезе, представленном на рисунке 11, видим немножко другую картину. Структура верхней части от 60 до 184 пикета на обоих разрезах похожа. Верхний слой имеет мощность до 10 м. А от 10 м нижняя часть резко уменьшается по сопротивлению. В нижней части слоя при подъеме холма в районах от 60 до 64 пикетов и в районах от 136 до 152 пикетов появляются еще дополнительные детали, которых не было на первом геоэлектрическом разрезе (Рисунок 10). Выявленные некоторые максимальные и минимальные значения аномальных зон могут быть последствием влияния рельефа поверхности земли. По выделенным зонам аномалии можно легко заметить характер влияния рельефа поверхности земли в зависимости от угла наклона рельефа и контрастности сопротивления среды, где под спуском рельефа значения удельного электрического сопротивления показывают минимальные значения, а под подъемами – максимальные. На геоэлектрических разрезах некоторые сильно выраженные аномалии выделены кругами. На первом геоэлектрическом разрезе заметны глубинные искажения: слабый максимум на глубине пикета 60, минимум под горой пикета 100 и максимум под ущельем пикета 145; поверхностные искажения: минимум под горой пикета 92.5, максимум под пикетами 80, 136, 160 и под пикетом 107.5 (Рисунок 10). На втором геоэлектрическом разрезе заметны глубинные искажения: слабый минимум под горой пикета 96; поверхностные искажения: максимум под пикетом 100, минимум под пикетом 168, сильные минимумы под пикетами 64 и 145 (Рисунок 11). Такие структуры на наш взгляд являются сомнительными и, следовательно, возникает вопрос о наличии или отсутствии данных объектов.

Таким образом, на приведенном примере показаны детали мало достоверных результатов инверсии электротомографических данных, полученных программами инверсии при формальной интерпретации. Исследование сред с неровной поверхностью земли требует априорных данных скважин для уточнения сомнительных результатов интерпретации, либо требует совершенствования методов учета и устранения влияния рельефа поверхности земли в результатах инверсии.

Вывод

Выполненные исследования указывают на то, что рельеф поверхности земли с углами наклонов 30^0-45^0 и более градусов влияет на результаты 2D инверсии геофизических данных. Как показала наша практика, включение топографии в программы 2D инверсии не решает полностью вопрос исключения влияния неровной поверхности земли на результаты при инверсии и требует разработки других более эффективных методов устранения влияния рельефа. Результаты инверсии данных показали аномалии, характерные выпуклым и вогнутым формам рельефа поверхности земли.

По предполагаемым результатам интерпретации данных можно выделить три основных структуры геологической среды городища «Опаков»: верхний слой с неровной поверхностью земли состоит из слегка увлажненного песка; нижний слой состоит из суглинка. Если учитывать геологические особенности расположения близ реки, то суглинок является сильно увлажненным грунтовыми водами. Верхние слои между холмами состоят из влажного песка.

На верхнем слое геофизического разреза с неровной поверхностью земли видны заметные положительные и отрицательные аномальные зоны, которые быстрее всего связаны с неустраненностью искажений от рельефа земной поверхности земли с большими углами наклонов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Квон Д. А. , Модин И. Н., Шевнин В. А. и др. Применение электротомографии для идентификации в разрезе мерзлых и охлажденных пород разной степени засоленности // *Криосфера Земли*. – 2019. – Т. 23. – № 3. – С. 3-12.

[2] Скобелев А. Д., Серебряков В. С., Матлахова Е. Ю. и др. Инженерно-геофизические исследования приповерхностных газопроявлений в песчано-глинистых грунтах //*Инженерные изыскания*. – 2018.– Т. 12. – № 3-4. – С. 70-80.

[3] Gregory Bievre, Laurent Oxarango, Thomas Günther, David Goutaland, Michael Massardi. Improvement of 2D ERT measurements conducted along a smallearth-filled dyke using 3D topographic data and 3D computation ofgeometric factors // Journal of Applied Geophysics. – 2018. – No. 153. – pp. 100-112.

[4] Mauro Mele, Diego Servida, DomenicoLupis. Characterisation of sulphide-bearing waste-rock dumps usingelectrical resistivity imaging: the case study of the Rio Marinamining district (Elba Island, Italy)//Springer Science+Business Media Dordrecht 2012. – 2013(185), DOI: 10.1007/s10661-012-2993-2. – pp. 5891–5907.

[5] Минаев А.В., Минаев В.В., Сутурин А.Н. Выявление методомэлектротомографии зон субаквальной разгрузки подземных вод (акватория пос. Листвянка) // Науки о земле. – 2017. – Выпуск № 12(66), DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.053– С. 176-180.

[6] Yogeshwar P., Hamacher S., Rec H., Hauck T., Onuzi K., Tezkan B. Investigating Sedimentological Architecture Using Electrical Resistivity Tomography: A CaseStudy from the Archaeological Open-Air Site She¨nMitri, Southern Albania // Pure Appl. Geophys. – 2019. – 176 (2019). DOI: https://doi.org/10.1007/s00024-018-1987-6.– pp.843–856.

[7] Чантуришвили Л.С. Исследование искажения однородного электрического поля в земле в зависимости от неровности границы раздела Земля-Воздух. /Частные случаи/. – Диссертационная работа, представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Тбилиси, 1947.

[8] Fox, R.C., Hohmann, G.W. and Killpack, T.J., «Topographic Effect in Resistivity and Induced Polarization Surveys»// Geophysics. – 1980. – vol. 45. – No. 1. – pp. 75-93.

[9] Mirgalikyzy T., Mukanova B., Modin I, «Method of Integral Equations for the Problem of Electrical Tomography in a Medium with Ground Surface Relief» // Journal of Applied Mathematics. –vol. 2015, Article ID 207021, DOI: http://dx.doi.org/10.1155/2015/207021. – 10 p.

[10] De-Bao Lu, Qi-You Zhou, Junejo S.A., An-Lin Xiao. A Systematic Study of Topography Effect of ERT Based on 3-D Modeling and Inversion // Pure and Applied Geophysics. – 2015. – 172 (2015), DOI: 10.1007/s00024-014-1015-4– pp. 1531–1546.

[11] Loke M.H. Topographic modelling in resistivity imaging inversion // 62nd EAGE Conference and Technical Exhibition, Extended Abstracts. – Glasgow, Scotland, 29 May- 2 June 2000. – pp. 1-4.

[12] Gunther F., Rucker B.«Boundless electrical resistivity tomography»in *BERT 2:* The User Tutorial. – 2019. – Version *2.2.8*. – P. 70.

[13] Kaminsky A.E., Erokhin S.A., Politcina A.V. Total data inversion of shallow geophysical surveys // Engineering Surveys. – 2016. – №9. – pp. 44-51.

[14] Бобачев А.А., Горбунов А.А., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электротомография методом сопротивлений и вызванной поляризации // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2006. – N02. – С. 14-17.

[15] Бобачев А.А., Большаков Д.К., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей. Т. II. Малоглубинная электроразведка / Под ред. Проф В.А. Шевнина, доц. А.А. Бобачева. – Изд. 2-ое, перераб. и доп. – М.: МГУ, 2013. – 124 с.

[16] Многоканальный электроразведочный аппаратурно-программный комплекс «ОМЕГА-48»– [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.geotech.ru/market/katalog_oborudovaniya/elektrorazvedochnaya_ apparatura_i_ apparatura_dlya_elektrotomografii/mnogokanalnyj_elektrorazvedochnyj_apparaturno-programmnyj_kompleks_omega-48/. Дата обращения (11.01.2020).

[17] Многоканальный электроразведочный аппаратурно-программный комплекс «ОМЕГА-48»– [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://geoscan.su/hardandsoft/hardware/omega-48.html. Дата обращения (11.01.2020).

Турарова М.К., Модин И.Н., Мирғалиқызы Т.

Калуга аймағының «Опаков» ескі қалашығындағы электрлік томографиямен зерттеу деректерін 2D инверсиялау және интерпретациялау

Түйіндеме. Мақала электрлік томографиямен деректерді интерпретациялау кезіндегі жер беті бедерінің әсерін есепке алу мәселелеріне арналған. Бұл жұмыста геологикалық ортаны зерттеу және инверсия нәтижелеріне жер беті бедерінің әсерін бағалау үшін Калуга аймағының «Угра» ұлттық саябағындағы «Опаков» ескі қалашығында алынған электрлік томография деректерін өңдеу және интерпретациялау нәтижелері көрсетілген. 2D инверсия нәтижелері тегіс емес жер бетінің дөңес және ойыс бедерлеріне тән сипаттағы айқын әсерлерін көрсетті. Бұл интерпретацияның күмәнді нәтижелерін анықтау үшін жер беті тегіс емес орталарды зерттеу инверсия бағдарламаларындағы жер беті бедерін есепке алатын және оны жоятын әдістерді жетілдіруді қажет ететіндігін білдіреді.

Түйінді сөздер: 2D инверсия бағдарламалары; электрлік томография; жер бетінің бедері; интерпретация; электрлік барлау.

ҒТАМР 29.35.29, 41.51.41, 28.23.37

D.M. Zhexebay, S.A. Khokhlov, A.D Asilkhan., A.A. Khokhlov
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
zhexebay92@gmail.com)

CLASSIFICATION OF MOLECULAR CLOUDS AND STAR FORMATION USING MACHINE LEARNING

Abstract. Deep learning methods are currently widely used in computer vision and signal processing communities. Deep learning, in particular convolutional neural networks (CNN), is an effective classifier for classifying images in recent years. The CNN model automatically lets you know about the intricacies of the image. CNN is a more advanced model for classifying various types of images than traditional machine learning models. In the article, they were used to classify radio astronomy images using convolutional neural networks. The classification results showed high accuracy.

Keywords: molecular clouds, star formation, convolutional neural network, deep learning, Python.

Д.М. Жексебай, С.А. Хохлов, Ә.Д. Әсілхан, А.А. Хохлов
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы,
Қазақстан Республикасы. E-mail: zhexebay92@gmail.com)

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ (MACHINE LEARNING) КӨМЕГІМЕН МОЛЕКУЛАЛЫҚ БҰЛТТАРДЫ ЖӘНЕ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫН ЖІКТЕУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта машиналық терең оқыту әдістері компьютерді көру және сигналды өңдеу қауымдастықтарында кеңінен қолданылады. Терең оқыту, атап айтқанда үйірткілі нейрондық желілер (CNN) – соңғы жылдары кескіндерді жіктеу үшін кеңінен қолданылатын әсерлі классификаторлар. CNN моделі кескіннің күрделі ерекшеліктері туралы автоматты түрде білуге мүмкіндік береді. CNN-ді машиналық оқытудың дәстүрлі модельдерімен салыстырғанда әртүрлі кескін түрлерін жіктеудің анағұрлым боашағы бар моделіне айналдырады. Жұмыста үйірткілі нейрондық желілерді қолдана отырып радиоастрономиялық кескіндерді жіктеуде қолданылды. Жіктеу нәтижелері жоғары дәлдікті көрсетті.

Түйін сөздер: молекулалық бұлттар, жұлдыздардың қалыптасуы, үйірткілі нейрондық желі, терең оқыту, Python.

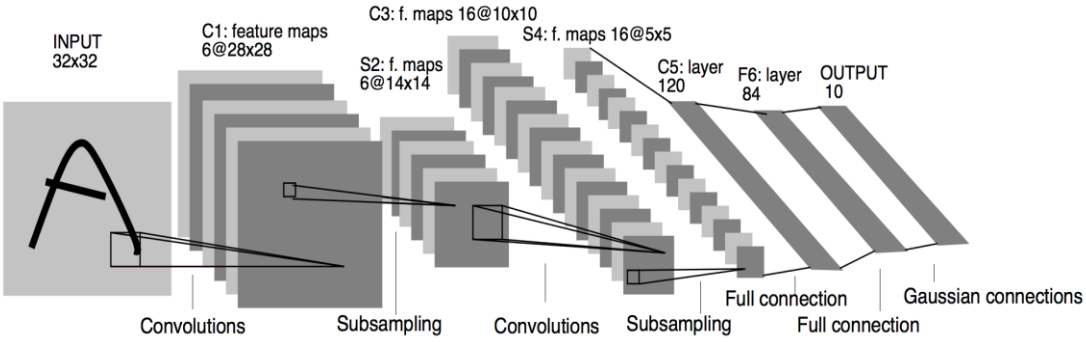
Кіріспе

Қазіргі таңда ғылымның дамуы астрономияға әсер етуде, сәйкесінше түрлі дәстүрлі есептеулер мен ұзақ уақытқа созылатын өңдеулерді жеңілдететін түрлі жасанды дүниелер ойлап табылуда. Оның бірі адам миының жұмыс жасау принциптеріне ұқсас – жасанды нейрондық желілер. Астрономия саласында бақылаулар нәтижесінде алынған түрлі сигналдар мен электромагниттік сәулелерді қысқа уақытта өңдеу үшін қазіргі таңда нейрондық желілердің орны ерекше [1].

Нейрондық желілердің ішіндегі кең қолданысқа ие бір түрі – үйірткілі нейрондық желі (CNN – convolutional neural network) астрономия саласындағы біраз мәселелерді шешуге мүмкіндік береді [2-11]. [2] жұмыста терең оқытудың әдісі – үйірткілі нейрондық желіні радио кескіндерді (радио галактикаларды) жіктеу үшін қолданған. Зерттеу нәтижесі бойынша CNN Fanaroff–Riley (FR) радио галактикалар кескіндерін жіктеуде жоғары дәлдікке (ең жоғарғы дәлдік 95%) ие болған. Терең оқыту әдісін жұлдыз/галактиканы жіктеуде [3], ғаламатжұлдыздарды (Supernova) тіркеуде және жіктеуде [4], Күн радио спектрлерін жіктеуде [5], SDSS (Sloan Digital Sky Survey) каталогы бойынша фотометриялық қызыл ығысуды бағалау үшін классификатор ретінде қолдануда [6], галактикаларды жіктеуде [7], жұлдыз спектрлерін жіктеуде [8], спектрлерді өңдеуде [9-10] қолданылады. Сонымен қатар, [11] жұмыста радиоастрономиялық кескіндерді жіктеуге болатыны көрсетілген. Соңғы жетістіктер негізінде машинамен оқыту, оның ішінде терең оқыту арқылы адами қажеттілікті төмендете отырып тікелей деректерді автоматты түрді зерттеуге мүмкіндік береді. Жұмыста үйірткілі нейрондық желі арқылы молекулалық бұлттар және жұлдыз қалыптасуын жіктеу әдісі келтірілген.

Зерттеудің теориялық және тәжірибелік негіздері

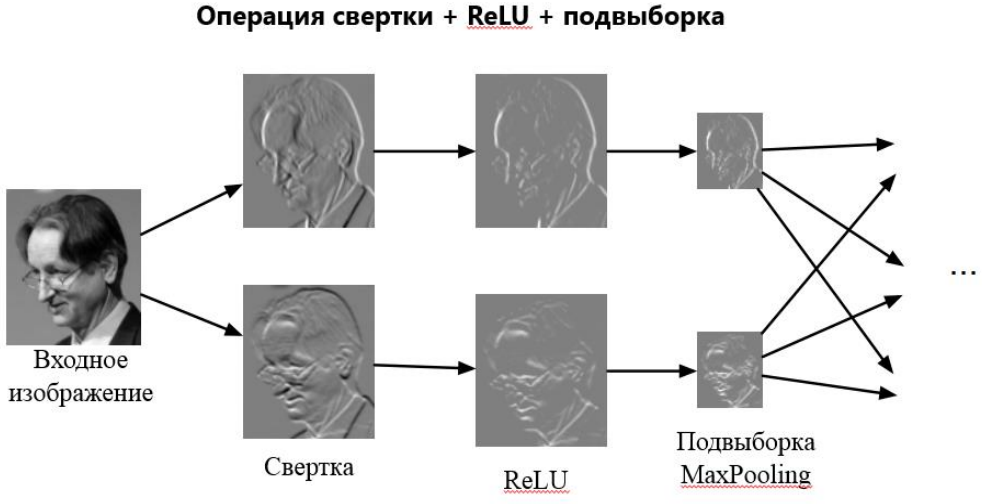
Үйірткілі нейрондық желі – соңғы уақытта компьютерлік көру қоғамдастығында танымал тәсілге айналған терең нейрондық желінің түрі [12-16]. Үйірткілі нейрондық желі бірнеше құрылымдық қабаттардан тұрады: үйірткілі қабат, субдискреттеу қабаты және толық қабатты нейрондық желі – көп қабатты персептрон [17] (1-сурет).



1-сурет. Үйірткілі нейрондық желі архитектурасы

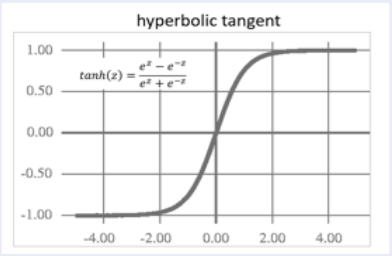
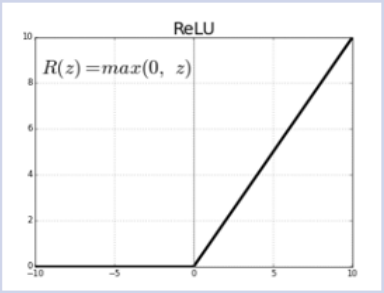
Бірінші типті қабат (convolutional, subsampling) өзара кезектесе отырып көпқабатты персептронның шығыс бөлігін құрайды. Үйірткілі нейрондық желілер биологиялық нейрондық желілер мен қарапайым көп қабатты персептрондар арасындағы сәтті орта болып табылады. Қазіргі таңда оның көмегімен суретті танудағы ең жоғарғы, үздік нәтижелерге қол жеткізуге болады. Осындай үйірткілі нейрондық желі терең оқытудың (deep learning) негізгі технологиясына жатады.

Үйірткілі нейрондық желінің жетістікке жетуінің негізгі себебі ондағы салмақтық тұжырымдамасы болды. Үлкен өлшемге қарамастан, мұндай желі аз мөлшердегі параметрлер бойынша көп қабатты персептрондардан ерекшеленеді. Үйірткілі нейрондық желі жылдам жұмыс істей алады, себебі әрбір карта параллелді түрде есептей алады, сондай-ақ желі бойынша қателіктерді кері таралуы кезінде де үйірткіні жылдам оқуға қабілетті (2-сурет).



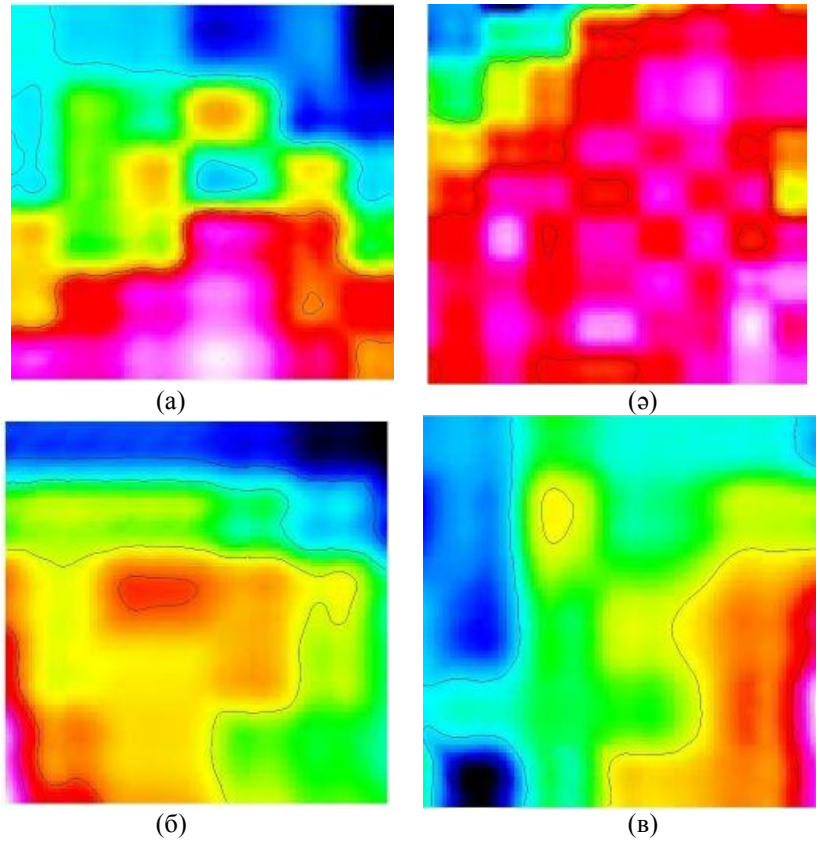
2-сурет. Үйірткілі нейрондық желінің жұмыс жасауының көрінісі

Нейрондық желі белсендіргіш функциядан тұрады. Белсендіргіш функциясын таңдау ол нейрондық желінің және оқыту әдісінің функционалдық қабілетіне байланысты болады. Бұл жұмыста белсендіргіш функциясы ретінде жасырын және шығыс қабаттарда гиперболалық тангенс алынған, ал үйірткілі қабаттарда ReLU қоладанылады.

Hyperbolic tangent (tanh) $tanh(z) = \frac{e^z - e^{-z}}{e^z + e^{-z}}$	-1 to 1	
ReLU (Rectified Linear Unit) $R(z) = \max(0, z)$	0 to ∞	

3-сурет. Белсендіргіш функциялар

Нейрондық желімен жұлдызсыз және жұлдызға дейінгі түбір класындағы молекулалық бұлт аймағы жіктелді. Бұл кескіндер CO13 арқылы барланған мәліметтер болып табылады. Әрбір кластан 4-суреттен алынды. 4-суретте оқытуға берілген жұлдызсыз класындағы молекулалық бұлт аймағының көрінісі көрсетілген.

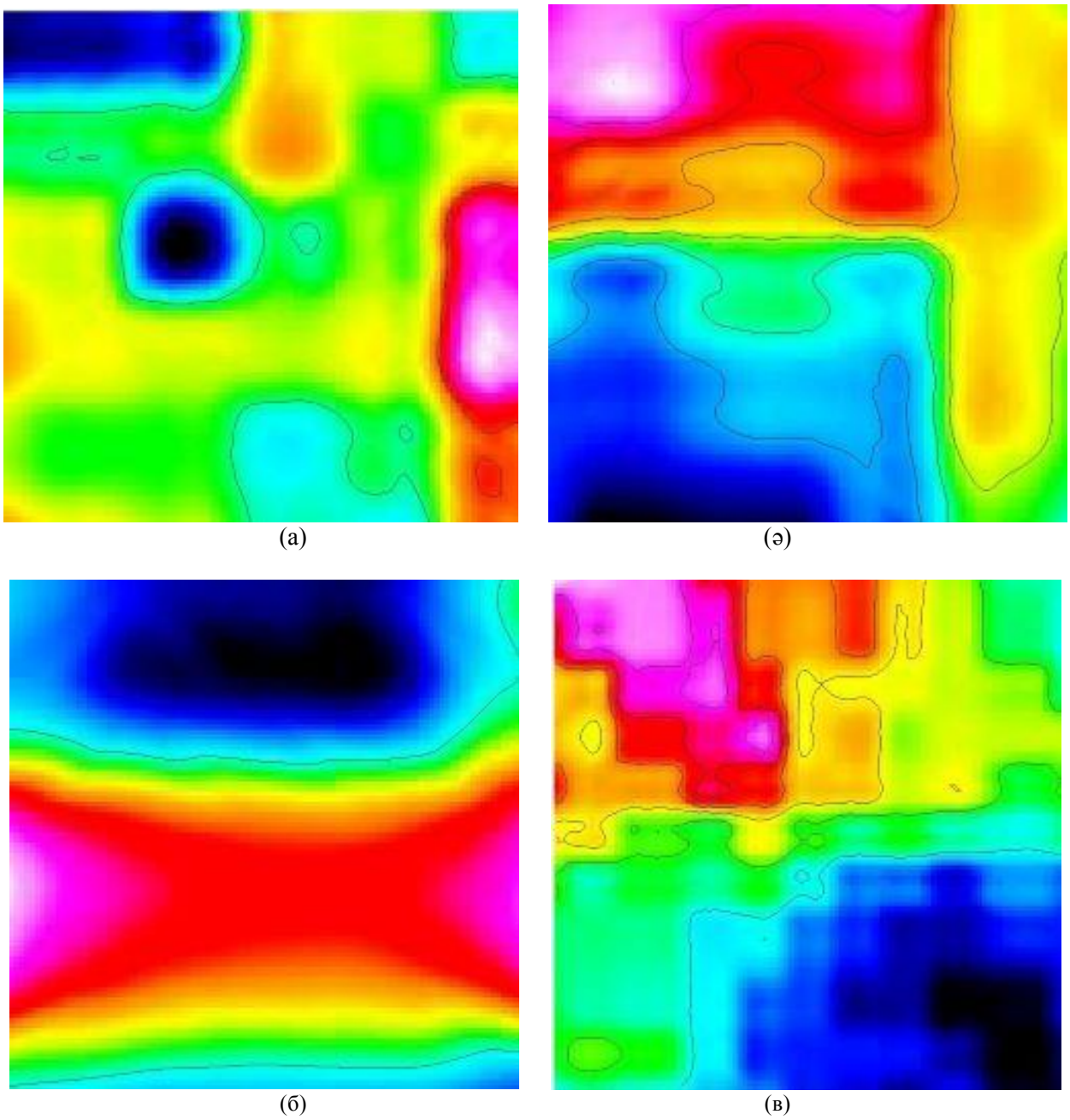


(а) (ә)

(б) (в)

4-сурет. Жұлдызсыз класындағы молекулалық бұлт аймағының көрінісі (Class бағдарламалау тілі арқылы өңделген)

5-суретте нейрондық торды оқытуға берілген жұлдызға дейінгі түбір класындағы молекулалық бұлт аймағының көрінісі келтірілген.



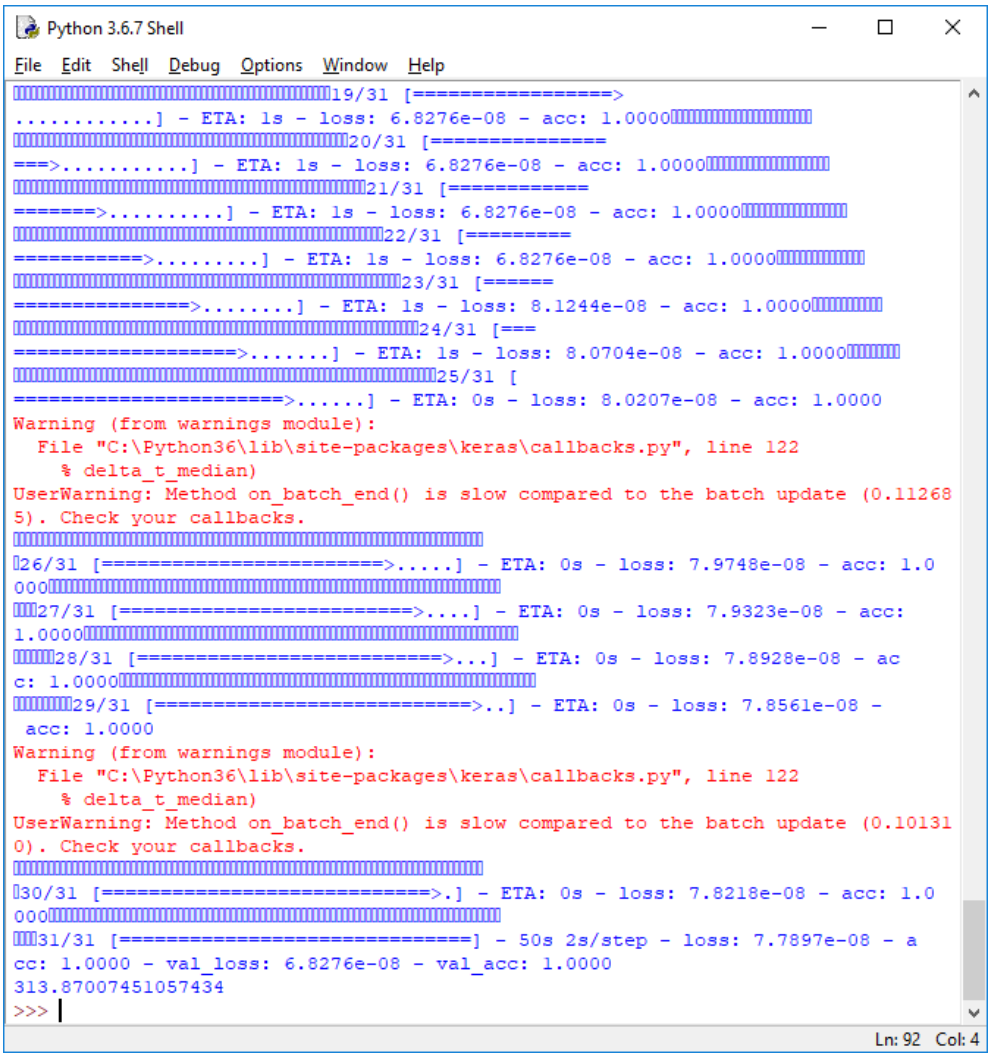
(а) (ә)

(б) (в)

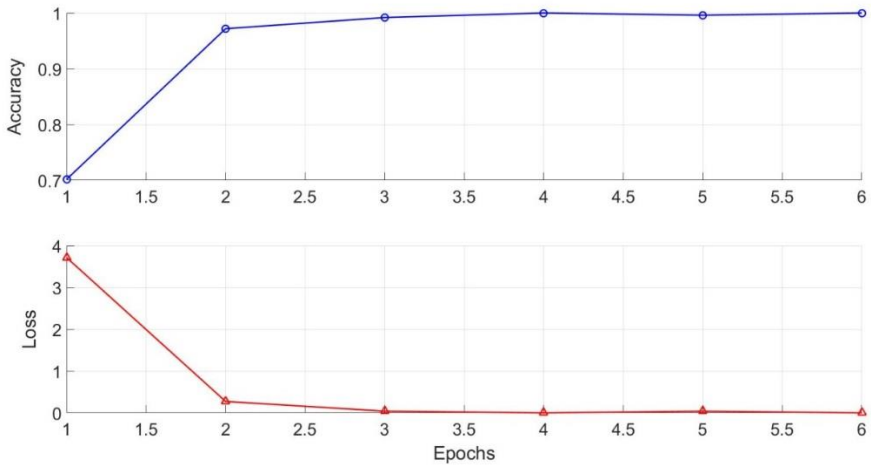
5-сурет. Жұлдызға дейінгі түбір класындағы молекулалық бұлт аймағының көрінісі

Нейрондық торды оқытуға жоғарыда келтірілген суреттер берілді (4-5 сурет). Суреттің өлшемі 250*250 пиксель шамасында болды. Үйірткілі нейрондық желі молекулалық бұлт аймағын 2 класқа жіктеді. Оқыту 313,87 секунд уақытты алды (6-сурет).

Оқыту кезінде оқыту қадамының нейрондық желінің класқа жіктеу дәлдігі мен қателігіне тәуелділігі 7-суретте келтірілген. Оқыту барысында дәлдік 1-ге ұмтылған, яғни 100% дәлдікке ие. Ал қателік 0-ге ұмтылған (~0%). Төртінші қадамда және алтыншы қадамда дәлдік 100 пайыз, ал үшінші және бесінші қадамда сәйкесінше 99,2 және 99,6 пайыз.

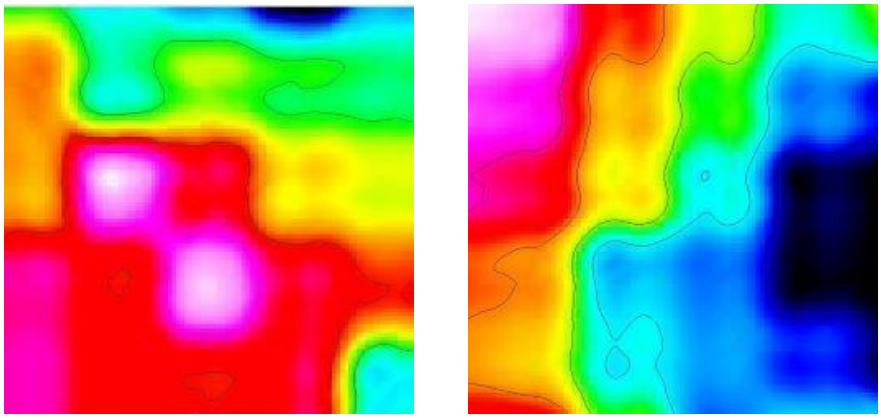


6-сурет. Python бағдарламалау тілін пайдалану арқылы нейрондық торды оқыту нәтижесі



7-сурет. Оқыту қадамының дәлдікке (көк түсті, жоғарғысы) және қателікке (қызыл түсті, төменгісі) тәуелділігі

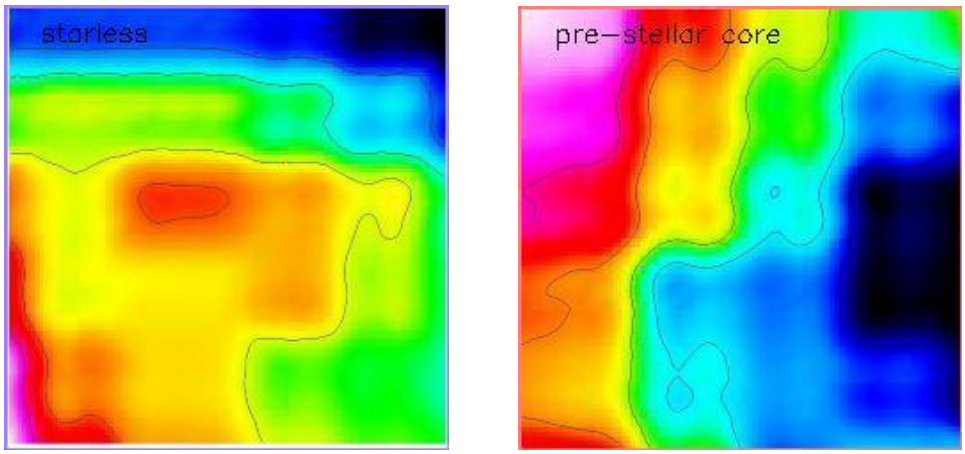
Тексеру барысында оқытылған суреттен бөлек әрбір кластан бір-бір суреттен алынды (8-сурет).



(а) (ә)

8-сурет. Тексеруге берілген қосымша сәйкесінше жұлдызсыз (а) және жұлдызға дейінгі түбір (ә) класындағы молекулалық бұлт аймақ

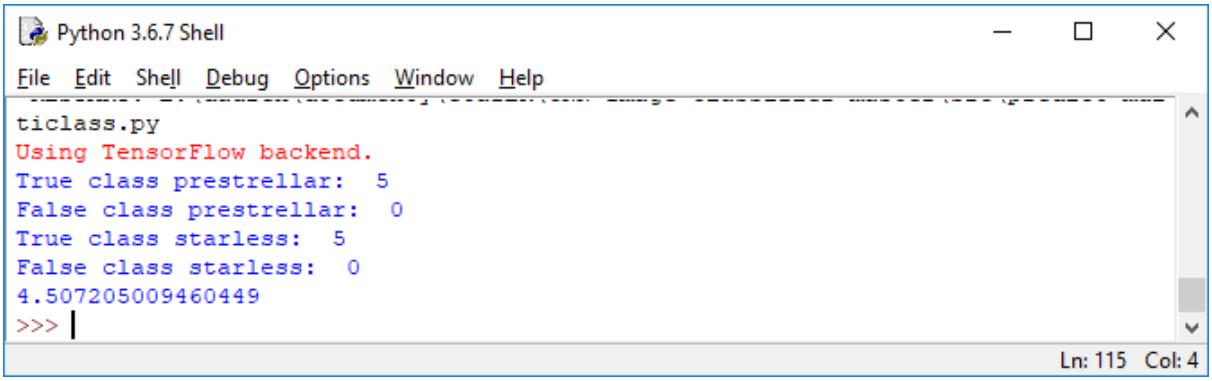
Нәтижесінде нейрондық желі жұлдызсыз және жұлдызға дейінгі түбір класындағы молекулалық бұлт аймағын төмендегі суреттегідей жіктеді (9- сурет).



(а) (ә)

9-сурет. Нейрондық тордың молекулалық бұлт аймақтарын жіктеу нәтижесі: жұлдызсыз (а), жұлдызға дейінгі түбір (ә)

Жіктеу үшін әрбір кластан 5-суреттен берілді (10-сурет). Нейрондық тор дұрыс тауып отыр. 10-суретті жіктеуге 4.5 сукунд уақыт жұмсалды.



10-сурет. Әрбір кластан 5-суреттен алынған молекулалық бұлт аймақтарын жіктеу нәтижесі

Қорытынды

Орион тұмандығындағы жұлдызсыз және жұлдызға дейінгі өзегі бар аумақтарды жіктеу мақсатында спектрлер өңделді. Class бағдарламасы арқылы спектрлер талданып, интегралдық кескінге түрлендірілді. Нәтижесінде жұлдызсыз және жұлдызға дейінгі өзегі бар аумақтарды кескінге айналдырдылды. Осы жұлдыз қалыптасу аймақтарын жіктеу үшін үйірткілі нейрондық желі қолданылды. Машиналық оқыту арқылы кескіндер оқытылды. Оқыту Python бағдарламасы көмегімен іске асырылды. Сонымен қатар, нейрондық желіні құру және оқыту Keras кітапханасы арқылы жасалды. Осы кітапхананы қолдана отырып үйіркілі нейрондық желінің құрылымының бағдарламасын жаздылды.

Жұлдызсыз және жұлдызға дейінгі өзегі бар жұлдыз қалыптасу аймақтарын нейрондық желі арқылы жіктеуге болатындығы келтірілді. Нейрондық желіні оқыту барысында жіктеу дәлдігі 100 пайызға жетті (себебі қарастырылып отырған мәлімет шағын көлемді қамтыды). Оқытылған нейрондық желіні Орион тұмандығындағы жұлдызсыз және жұлдызға дейінгі өзегі бар аумақтарды жіктеуде тексеру үшін қосымша облыстар алынды. Нейрондық желі осы облыстарды дәл тапқандығы келтірілді. Сонымен қатар, 10 кескінді өңдеу үшін нейрондық желі 4.5 секунд уақытты қамтыды. Яғни бір суретке 0.5 секунд. Осы нәтиже нейрондық желіні сигналды жіктеуде қолдану мәліметті өңдеу тездігін арттыратындығы дәлелденді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Kremer J., Stensbo-Smidt K., Gieseke F., Pedersen K.S., Igel C. Big universe, big data: machine learning and image analysis for astronomy //IEEE Intelligent Systems. – 2017. – Vol. 32, №. 2. – P. 16-22.

[2] Aniyan A. K., Thorat K. Classifying radio galaxies with the convolutional neural network //The Astrophysical Journal Supplement Series. – 2017. – Vol. 230, №. 2. – P. 20.

[3] Kim E. J., Brunner R. J. Star-galaxy classification using deep convolutional neural networks //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2016. – P. stw2672.

[4] Kimura A., Takahashi I., Tanaka M., Yasuda N., Ueda N., Yoshida N. Single-epoch supernova classification with deep convolutional neural networks //IEEE 37th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops. – 2017. – P. 354-359.

[5] Chen S. Xu L., Ma L., Zhang W., Chen Z., Yan Y. Convolutional neural network for classification of solar radio spectrum //IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops. – 2017. – P. 198-201.

[6] Pasquet J., Bertin E., Treyer M., Arnouts S., Fouchez D. Photometric redshifts from SDSS images using a convolutional neural network //Astronomy & Astrophysics. – 2019. – Vol. 621. – P. A26.

[7] Khalifa N.E. Taha M.H., Hassanien A.E., Selim I. Deep Galaxy V2: robust deep convolutional neural networks for galaxy morphology classifications //IEEE International Conference on Computing Sciences and Engineering. – 2018. – P. 1-6.

[8] Liu W. Zhu M., Dai C., He D.Y., Yao J., Tian H.F., Wang B.Y., Wu K., Zhan Y., Chen B.-Q., Luo A.-Li,. Wang R, Cao Y., Yu X.C. Classification of large-scale stellar spectra based on deep convolutional neural network //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2019. – Vol. 483, №. 4. – P. 4774-4783.

[9] Lucas J., Calef B., Kyono T. Recovering astronomical images with deep neural network supported bispectrum processing //Adv. Maui Opt. and Space Surveill. Technol. Conf. – 2018.

[10] Flamary R. Astronomical image reconstruction with convolutional neural networks // IEEE 25th European Signal Processing Conference. – 2017. – P. 2468-2472.

[11] Patil J. S., Pawase R. S., Dandawate Y. H. Classification of low resolution astronomical images using convolutional neural networks //IEEE 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology. – 2017. – P. 1168-1172.

[12] Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks //Advances in neural information processing systems. – 2012. – P. 1097-1105.

[13] Redmon J. Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You only look once: Unified, real-time object detection //Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – P. 779-788.

[14] Ren S. He K., Girshick R., Sun J. Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks //Advances in neural information processing systems. – 2015. – P. 91-99.

[15] Zhou X. Yao C., Wen H., Wang Y., Zhou S., He W., Liang J. EAST: an efficient and accurate scene text detector //Proceedings of the IEEE conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2017. – P. 5551-5560.

[16] Girshick R. Fast r-cnn //Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. – 2015. – P. 1440-1448.

[17] Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks //Advances in neural information processing systems. – 2012. – P. 1097-1105.

Жексебай Д.М., Хохлов С.А., Асилхан А.Д., Хохлов А.А.

Классификация молекулярных облаков и образование звезд с помощью машинного обучения (machine learning)

Резюме. В настоящее время методы глубокого обучения широко используются в сообществах компьютерного зрения и обработки сигналов. Глубокое обучение, в частности, сверточные нейронные сети (CNN), является эффективным классификатором для классификации изображений в последние годы. Модель CNN автоматически позволяет узнать о тонкостях изображения. CNN более продвинутую модель для классификации различных типов изображений, чем традиционные модели машинного обучения. В статье они использовались для классификации радиоастрономических изображений с использованием сверточных нейронных сетей. Результаты классификации показали высокую точность.

Ключевые слова: молекулярные облака, звездообразования, сверточная нейронная сеть, глубокое обучение, Python.

УДК 665

[1]Zh. K. Alipbekova, [1,2] K K Syrmanova, [3] B.N. Hamidov, [1] S.A. Sakibaeyva
[1]Zh. B Kaldybekova
([1]Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Miras University, Shimkent, Kazakhstan,
[3]Institute of general and inorganic chemistry of the Republic of Usbekistan Academy of Science,
syrmanova.kulash @mail.ru)

IMPROVING THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF RUBBER CRUMB IN BITUMINOUS BINDER

Abstract. The article discusses the modification of rubber crumb to improve the quality indicators of a bituminous binder, increase the durability of coatings and reduce the cost of asphalt coatings, as well as utilize large-tonnage waste of rubber products.

Comparative physic-mechanical characteristics of bituminous binders containing modified crumb are given.

It is shown that with an increase in the amount of Kulantau vermiculite, a decrease in the thickness of bitumen films on the particle surface occurs, which at a certain concentration leads to a sharp hardening of the contacts between grains. Structuring of bitumen provides an increase in the density of the mixture, an increase in the coefficient of internal friction, an increase in resistance to shear, shock loads of compressive strength and a decrease in brittleness.

Key words: bitumen binder, modification, rubber crumb, Kulantau vermiculite, durability, strength, waste, disposal.

Ж.К. Алипбекова[1], К.К. Сырманова[1,2], Хамидов Б.Н.,[3]
С.А. Сакибаева[1], Ж.Б. Калдыбекова[1],
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
[2]Университет Мирас, Шымкент, Казахстан,
[3]Институт общей и неорганической химии АН РУзбекистан , г.Ташкент,
РУзб. syrmanova.kulash @mail.ru)

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ В БИТУМНОМ ВЯЖУЩЕМ

Аннотация. В статье рассмотрена модификация резиновой крошки позволяющей повысить качественные показатели битумного вяжущего, увеличить долговечность покрытий и снизить себестоимость асфальтовых покрытий, а также утилизировать многотоннажные отходы резинотехнических изделий.

Приведены сравнительные физико-механические характеристики битумных вяжущих, содержащих модифицированную крошку.

Показано, что при увеличении количества кулантауского вермикулита происходит уменьшение толщины битумных пленок на поверхности частиц, что при определенной концентрации приводит к резкому упрочнению

контактов между зёрнами. Структурирование битума обеспечивает повышение плотности смеси, увеличение коэффициента внутреннего трения, повышение стойкости к сдвиговым, ударным нагрузкам, прочности при сжатии и снижение хрупкости.

Ключевые слова: битумное вяжущее, тмодификация, резиновая крошка, кулантауский вермикулит, долговечность, прочность, отходы, утилизация

В настоящее время в современной резиновой промышленности существует множество проблем как технологического, так технического и экологического характера. Решение этих проблем позволит существенно повысить качество продукции, условия труда людей, снизить загрязнение окружающей среды.

Резиновая крошка представляет собой совокупность частиц разнообразной формы и дисперсности измельчённой резины. Материал характеризуется тем, что в своей основе он сохраняет молекулярную структуру и свойства исходной резины. При этом поверхность частиц может быть изменена так, чтобы придать резиновой крошке особые, заранее определенные свойства. Данные изменения могут быть получены с помощью частичной девулканизации верхнего слоя частиц или путем химической, физической или физико-химической обработки.

Области использования резиновой крошки достаточно широки. В зависимости от степени измельчения её применяют:

- порошкообразную резиновую крошку с размерами частиц от 0,2 до 0,45 мм используют в качестве добавки (от 5 до 25% по массе) в резиновые смеси для изготовления новых автомобильных покрышек, массивных шин и других резинотехнических изделий.

- для получения качественного регенерата и резиновых смесей резину измельчают до частиц не более 0,5 мм; в резиновые смеси для уплотнительных колец, манжет и прокладок и т.д.

- частицы менее 0,63 мм применяют для модификации битума (от 7% до 12% по массе), получения гидроизоляционных мастик различного назначения в качестве добавок (до 40% по массе), производство тормозных колодок, резинополимерных композиций;

- с помощью резиновой крошки размером от 0,63 мм до 1 мм повышают качество дорожного битума за счёт применения резинобитумных композиционных вяжущих материалов путём введения в битум добавок резиновой крошки вместе со специальными химическими реагентами. Такая крошка также используется в качестве сорбента, для тампонирования нефтяных скважин;

- для формовых двухслойных элементов покрытий спортивных площадок, беговых дорожек, стадионов и т.д. Для формовых элементов покрытий полов в гальванических цехах, в цехах, работающих с агрессивными средами и т.д.;

- от 2 мм до 5 мм — засыпка футбольных, теннисных и других спортивных полей с искусственной травой, покрытия на детские площадки, набивка спортинвентаря, производство спортивных покрытий.

Резиновую крошку в резинотехнической промышленности, в основном, получают из отходов переработки резинотехнических изделий механическим измельчением[1]. Однако полученная при этом резиновая крошка слеживается во время хранения, т.е ухудшаются технологические свойства резиновой крошки, впоследствии затрудняет процесс переработки резиновой крошки в готовые резинотехнические изделия. Поэтому проблема улучшения технологических свойств резиновой крошки является актуальной особенно в свете дальнейшего использования последнего.

Анализ литературных данных [2-4] показал, что известно вяжущее, содержащее резиновую крошку и продукты очистки отработавших автомобильных масел. В этом случае резиновую крошку используют вместо фильтрующих зернистых материалов, применяемых при очистке автомобильных масел, с дальнейшим использованием ее при добавке битума в дорожном покрытии [2]. Основным недостатком является использование резины без девулканизации, которая в таком виде в битуме выполняет роль наполнителя. Такой состав в производстве асфальтобетонов может вызвать внутренние напряжения, связанные с упруго - эластичными свойствами, вплоть до разрушения покрытия. Известен способ поверхностной модификации поверхности РТИ озоном[3]. Однако данных по слеживаемости резиновой крошки, полученной из РТИ не приводится. Авторами Илиополов С.К.,Болдырев В.И и др. [4]. способ поверхностной модификации резиновой крошки озонированием в течение 1-6 часов. Близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому структурированному битуморезиновому вяжущему является вяжущее для дорожного строительства, в котором битум модифицируется полимерной структурирующей добавкой- резиновым термопластом РТЭП 3,0-5,0 масс. % и ПАВ в виде триэтаноламина 0,7-2.4%. Основным недостатком указанного

вяжущего является использование кондиционных материалов, и, следовательно, материал имеет высокую себестоимость. Наиболее близким является способ поверхностной модификации резиновой крошки озонированием, отличающийся тем, что озонирование крошки размером 05-07 мм осуществляют озона-кислородной смесью с объемной концентрацией в ней озона от 1 до 5 % в течение 10-40 мин при постоянном перемешивании при этом удаление озоносодержащей смеси осуществляют через слой резиновой крошки, подлежащей озонированию. Основным недостатком является использование высоких температур при длительной выдержке, соизмеримой по энергозатратам с производством окисленного нефтяного битума.

В работе ставилась цель - повышение долговечности и снижение себестоимости асфальтовых покрытий, снижение затрат на их ремонт и эксплуатацию, а также утилизация многотоннажных отходов.

Для достижения цели работы было проведено модифицирование резиновой крошки для улучшения ее технологических свойств и качественных показателей, которые позволят повысить долговечность и снизить себестоимость асфальтовых покрытий, а также утилизировать многотоннажные отходы резинотехнических изделий.

Полученные дорожные покрытия, на основе органических вяжущих, с использованием в составе модифицированной резиновой крошки могут быть использованы при строительстве и ремонте автомобильных дорог и аэродромных покрытий. Битуморезиновое вяжущее содержит резиновую крошку и органическое вяжущее - битум нефтяной дорожный, при этом оно дополнительно содержит минеральный наполнитель-кулантауский вермикулит отечественного производства: битум нефтяной-масс. %70-76; резиновая крошка масс. %18-22; кулантауский вермикулит масс. %6-8.

Итоговым результатом явилось повышение долговечности битуморезинового вяжущего с улучшенными реологическими характеристиками, значительное снижение себестоимости за счет увеличения сроков эксплуатации дорожного асфальтового покрытия.

В таблице 1 приведен состав битумных вяжущих, содержащих модифицированную крошку.

Таблица 1. **Состав битумных вяжущих, содержащих модифицированную крошку.**

№№	Количество битума, масс %	Количество резиновой крошки, масс %	Количество вспученного кулантауского вермикулита, масс %
1	100	-	-
2	88	10	2
3	82	14	4
4	76	18	6
5	70	22	8
6	64	26	10
7	58	30	

Физико-механические характеристики битумных вяжущих содержащих модифицированную крошку приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Сравнительные физико-механические характеристики битумных вяжущих, содержащих модифицированную крошку.**

№	Показатели	Предлагаемый состав							Прототип
		1	2	3	4	5	6	7	
1	**Глубина проникания иглы, 0,1 мм:**								
	при 25°С	75	54	52	53	50	52	54	76
	при 0°С, не менее	22	18	16	14	19	15	16	22
2	**Температура размягчения по кольцу и шару, °С**	48	50	54	55	56	54	55	54
3	**Температура хрупкости, °С**	-20	-13	-9	-12	-10	-13	-11	-20
4	**Растяжимость, см:**								
	при 25°С	65	65	70	80	78	58	60	25
	при 0°С	32	35	28	44	48	56	54	11
5	**Эластичность**	55	59	63	67	66	63	64	70

При сравнении с известными аналогичными битумными вяжущими заявляемый, содержащий модифицированную резиновую крошку, отличается повышенными параметрами по экологичности и энергосбережению при снижении затрат на транспортные перевозки.

Модификация резиновой крошки достигается за счет введения кулантауского вермикулита. Выбор вермикулита объясняется невысокой ценой. Кроме того, вермикулит характеризуется высокой адсорбционной способностью и эффективно поглощает продукты, образующиеся в результате окисления углеводородов, например, смолы, кислородсодержащие соединения и другие гетереорганические продукты. Вермикулит характеризуется высокой эффективностью в фазе активации, большим объемом пор и селективностью[5-6].

Качество структуры асфальтобетона зависит от множества факторов, но, очевидно, что оно в большей степени определяется качеством вяжущего в тонких пленках, сформированных под влиянием поверхности зерен минеральных компонентов. Известно, что потенциал сопротивления структуры материала эксплуатационным воздействиям [7] зависит от активности взаимодействия на границе раздела фаз «битум – резиновая крошка», так как на поверхности крошки происходит структурирование битума, интенсивность которого определяется площадью поверхности контакта и адсорбционной способностью минерального компонента. Площадь поверхности минерального порошка составляется более 90% общей площади поверхности частиц минеральных компонентов асфальтобетона, поэтому особое значение имеет характер взаимодействия этой поверхности с битумом. При увеличении количества вермикулита происходит уменьшение толщины битумных пленок на поверхности частиц, что при определенной концентрации приводит к резкому упрочнению контактов между зёрнами. Структурирование битума обеспечивает повышение плотности смеси, увеличение коэффициента внутреннего трения, повышение стойкости к сдвиговым, ударным нагрузкам, прочности при сжатии и снижение хрупкости. Так же имеет большое значение характеристики резиновой крошки, влияющие на интенсивность и характер взаимодействия на границе раздела «битум – резиновая крошка» – размер и форма частиц, текстура поверхности и пористость. Известно, что битум, в соответствии с мицеллярной теорией, представляет собой коллоидную систему в масляной среде, в которой асфальтены окружены оболочкой из смол. Таким образом, наиболее химически активные функциональные группы, входящие в состав смолисто-асфальтеновых комплексов, блокированы химически инертной масляной оболочкой [7].

В результате взаимодействия битума с материалом, имеющим высокую удельную поверхность и тонкопористую структуру, происходит изменение группового состава битума за счет избирательной диффузии масел и смол внутрь материала, что приводит к изменению свойств битумных слоев на поверхности частиц и формированию на поверхности зерен прочных битумных пленок.

Таким образом, предлагаемая модифицированная резиновая крошка в составе битумного вяжущего повышает эксплуатационные свойства вяжущего за счет повышения технологических свойств резиновой крошки.

Модифицированная резиновая крошка позволит повысить качественные показатели битумного вяжущего, увеличить долговечность покрытий и снизить себестоимость асфальтовых покрытий, а также утилизировать многотоннажные отходы резинотехнических изделий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Б.Г. Печеный. Битумы и битумные композиции. М., Химия. 2010. С.119.

[2] Тимершина Р.Р., Романовский В.Л., Агафонов Ю.М.; Заявка № 2004110353/04 Российская Федерация, МПК C10C 3/04. Способ получения вяжущей композиции - № 2004110353/04; заявл. 05.04.2004; опуб. 20.10.2005/

[3] Гиззатуллина Я.М. Способ поверхностной модификации резиновой крошки.Патент №1545.Опубл. 23.04.2011

[4] Илиополов С.К.,Болдырев В.И.,Мардиросова И.В.,Углова Е.В.,Котов В.Л.,Задорожный Д.В.Патент 2186044 Российская Федерация,МПК C04B 26/26,C081,9500 Вяжущее для дорожного строительства / заявл 17.11.2000 опубл 27.07.2002Ростовский государственный строительный университет.

[5] De Araujo Medeiros M., de Oliveira D.L., Sansiviero M.T.C., Araujo M.H., Lago R.M. Use of the glycerol by-product of biodiesel to modify the surface of expanded vermiculite to produce an efficient oil absorbent // J. Chem. Technol. Biotechnol. - 2010. - №85. – P. 447–452

[6] Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б., Ботабаев Н.Е. Формирование сорбента с развитой пористостью на основе кулантауского вермикулита // Развитие наук, образования и культуры независимого

Казахстана в условиях глобальных вызовов современности: тр. междунар. науч.-практ. конф., посв. 70-летию ЮКГУ им. М.Ауэзова. - Шымкент, 2013. - Т.4. - С. 59-61.

[7] Гохман Л.М. О роли органических вяжущих материалов в обеспечении работоспособности асфальтобетона / Л.М. Гохман // Автомобильные дороги. –2017. – №7. – С. 21–23.

Алипбекова Ж.К., Сырманова К.К., Хамидов Б.Н., Сакибаева С.А., Калдыбекова Ж.Б.

Битумды байланыстырғышта резеңке ұнтақтарының технологиялық қасиеттерін жақсарту

Түйіндеме. Мақалада битумды байланыстырғыштың сапалық көрсеткіштерін жақсарту, жабындардың беріктігін арттыру және асфальтбетон жабындарының құнын төмендету үшін резеңке үгіндісін модификациялау, сондай-ақ резеңке бұйымдарының үлкен тонналық қалдықтарын кәдеге жарату туралы айтылады.

Құрамында өзгертілген ұнтақ бар битумды байланыстырғыштардың салыстырмалы физика-механикалық сипаттамалары келтірілген.

Кулантаулық вермикулит мөлшерінің ұлғаюымен бөлшектердің бетіндегі битум қабықшаларының азаюы байқалады, бұл белгілі бір концентрацияда дәндер арасындағы байланыстардың күрт қатаюына әкеледі. Битумды құрылымдау қоспаның тығыздығының артуын, ішкі үйкеліс коэффициентінің жоғарылауын, ығысуға төзімділіктің жоғарылауын, сығымдау күшінің соққы жүктемелерін және сынғыштықты төмендетуді қамтамасыз етеді.

Түйінді сөздер: битумды байланыстырғыш, модификация, резеңке үгіндісі, Кулантаус вермикулиті, беріктік, қалдықтар, кәдеге жарату.

A.B. Tazhen[2], A. Thilo[1], J. Jacoby[1], M.K. Dosbolayev[2], T.S. Ramazanov[2]
([1]Institute of Angewandte Physik, Frankfurt am Main, Germany
[2]Al-Farabi Kazakh National University, IETP, Almaty, Kazakhstan
E-mail: aigerim_tzh@mail.ru)

SPECTRAL DIAGNOSTICS OF A PULSED PLASMA FLOW BY THE METHOD OF STARK BROADENING OF H_β LINE

Abstract. The work presents the results of an experimental investigation of the electron density in a plasma flow obtained by spectroscopic measurements and using the method of Stark broadening of H_β spectral line. The spectroscopic system consists of a monochromator, a high-speed PCO Sensicam camera, a calibration lamp with a well-known emission spectra and a personal computer for data processing. The measurements were performed in ArH_2 gas mixture and He at a pressure of 700 Pa and a charging voltage of the capacitor of 4 kV.

The experimental work was carried out in a coaxial plasma accelerator, which is located at the Institute of Applied Physics (Frankfurt am Main, Germany) to exchange scientific experience abroad under the PhD program.

Key words: coaxial plasma accelerator, pulsed plasma flow, plasma spectroscopy, Stark broadening, H_β spectral line.

А.Б. Тажен, A. Thilo, J. Jacoby, М.К. Досболаев, Т.С. Рамазанов
([1]Институт Angewandte Physik, Франкфурт-ам-Майн, Германия
[2]Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, НИИЭТФ)

СПЕКТРАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ИМПУЛЬСНОГО ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА МЕТОДОМ ШТАРКОВСКОГО УШИРЕНИЯ ЛИНИИ H_β

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального исследования концентрации электронов в плазменном потоке, полученные спектроскопическими измерениями и методом Штарковского уширения H_β спектральной линии. Спектроскопический комплекс состоит из монохроматора, высокоскоростной камеры PCO Sensicam, калибровочной лампы с известным спектром и персонального компьютера для обработки данных. Измерения проводились в смеси газов ArH_2 и Не при давлении 700 Па и напряжении зарядки конденсатора 4 кВ.

Экспериментальные работы были выполнены в коаксиальном плазменном ускорителе, который находится в институте прикладной физики (Франкфурт-ам-Майн, Германия) с целью обмена научным опытом за рубежом в рамках программы PhD.

Ключевые слова: коаксиальный плазменный ускоритель, импульсный плазменный поток, плазменная спектроскопия, Штарковское уширение, H_β спектральная линия.

Введение. Активные исследования коаксиальных сильноточных плазменных ускорителей начались с момента появления и развития управляемого термоядерного синтеза [1]. В таких плазменных ускорителях за короткий промежуток времени 50-200 нс, под действием собственных электромагнитных сил плазма может ускориться до высоких скоростей и достичь температуры 1-2 кэВ и плотности до 10^{-26} $м^{-3}$ [2-4].

Ряд значимых и привлекающих большой интерес особенностей коаксиальных плазменных ускорителей является излучение ультрафиолетового и рентгеновского луча, также испускание высокоэнергичных частиц – пучков электронов, ионов и нейтронов [5,6]. В связи с этим, такие ускорители нашли применение во многих приложениях, к примеру в промышленности для обработки и модификации поверхности материалов [7,8], в научных целях для экспериментального исследования процессов, таких как срыв плазменного шнура и взаимодействие высокотемпературной плазмы с кандидатными материалами первой стенки термоядерных энергетических реакторов [9,10].

Экспериментальная установка. Экспериментальная установка была собрана и эксплуатирована для следующих целей: во-первых, для реализации лобового столкновения двух сфокусированных и встречно движущихся плазмы, во-вторых, для изучения процессов протекающих в результате этого столкновения: взаимодействие ионного пучка с плазмой и излучение в ультрафиолетовой области спектра [11].

На рисунке 1 показана принципиальная схема коаксиального плазменного ускорителя. Источником питания служат три параллельно соединенные конденсаторы с общей емкостью 27 мкФ. Конденсаторы заряжались максимум до 9 кВ, что соответствует максимальной накопленной на конденсаторах энергии 1 кДж. Для переключения высокого напряжения с коротким временем нарастания тока в ускорителе установлен тиратрон. Установка также снабжена вакуумной системой и системой подачи рабочего газа. Обычно в экспериментах чаще используется газовая смесь Ar (97,2% в составе) и H_2 (2,8% в составе). Статическое давление газа можно варьировать от 10 Па до 14000 Па.

Коаксиальная электродная система (внешний – катод, внутренний – анод) имеет эффективную длину, контактирующую с разрядом 90 мм и расстояние между зазорами 2,5 мм [12]. Электроды сделаны из меди, диаметры внутреннего и внешнего составляют 9 мм и 14 мм. При подаче высокого напряжения на электроды зажигается разряд, появляется азимутальное магнитное поле, который создает электромагнитную силу выталкивающий плазму в открытый конец. Таким образом, плазма ускоряется в определенном направлении (похоже на действие магнитного поршня).

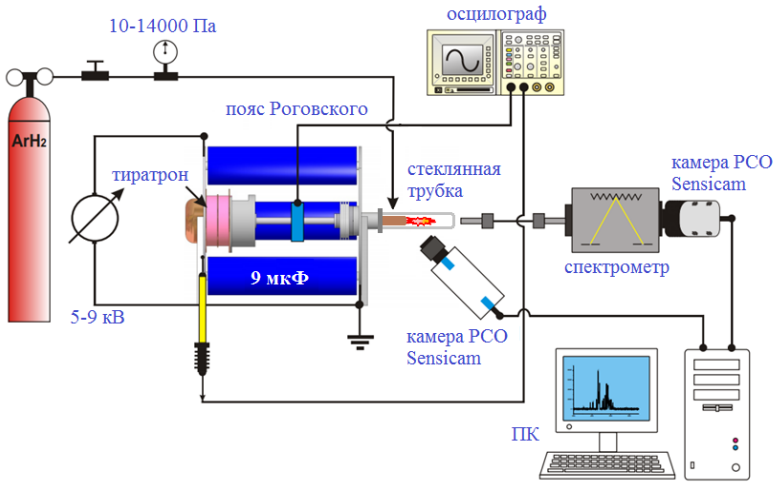


Рис. 1. Принципиальная схема коаксиального плазменного ускорителя

Динамика плазменного потока. Высокоскоростная камера PCO Sensicam с минимальным временем экспозиции 500 нс использовался для наблюдения за динамикой ускоряющейся плазменной оболочки. Движение плазмы регистрировались при постоянном напряжении 3 кВ и различных

давлениях смеси газов ArH_2 20 Па, 1000 Па и 3000 Па, рисунки 2, 3 и 4. Время экспозиции камеры для каждого случая было установлено 500 нс а задержка была установлена относительно начала разряда и постепенно увеличивалась. Времена задержки указаны внизу каждого рисунка.

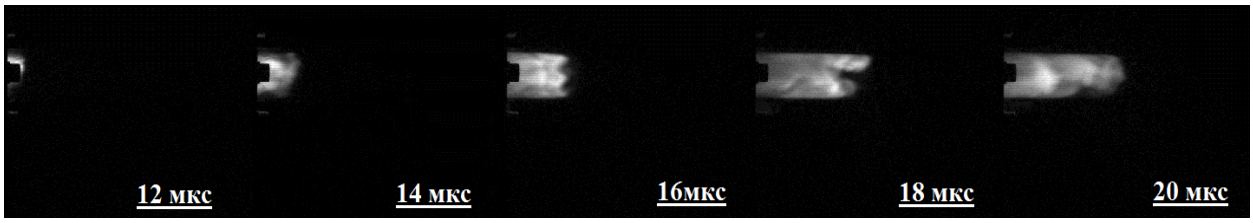


Рис. 2. Ускорение плазменной оболочки при давлении газа 200 Па. Направление движения слева направо

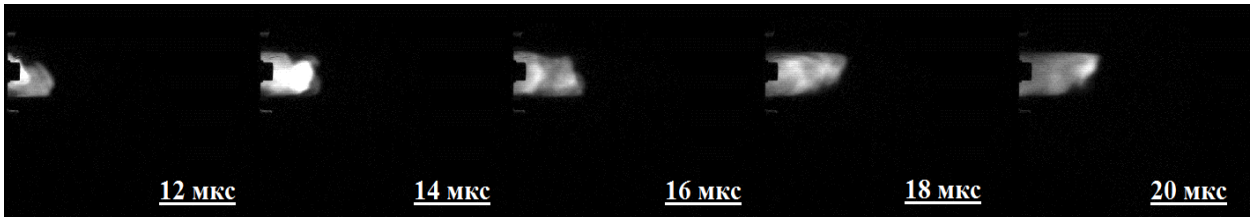


Рис. 3. Ускорение плазменной оболочки при давлении газа 1000 Па. Направление движения слева направо

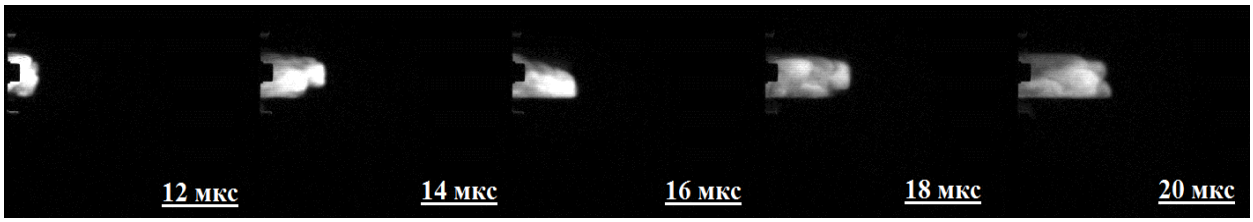


Рис 4. Ускорение плазменной оболочки при давлении газа 3000 Па. Направление движения слева направо

Из рисунков видно, что образование и ускорение плазмы зависит от давления рабочего газа. При низком давлении замечается слабое свечение разряда (рисунок 2, 12-14 мкс), так как концентрация ионизирующихся атомов и молекул газа меньше в объеме, а при высоких давлениях происходит интенсивная ионизация газа. А также вблизи электродов, где линии электрического поля замыкаются, наблюдается фокусировка плазмы (сила тока в разряде увеличивается, соответственно электродинамическая сила также будет увеличиваться), см. также на рисунках 3 и 4, при установлении 14 мкс времени задержки кадра. После этого с истечением времени плазма начинает заполнять весь объем в результате появления разницы давлении в трубке, а некоторая часть уносится в результате диссипации энергии. Это подтверждает обнаруженную в эксперименте спектроскопическими измерениями неоднородность концентрации электронов в ускоряющейся плазме.

Спектральная диагностика плазменного потока. Одним из самых распространенных методов диагностики плазмы является спектроскопический метод, который позволяет, не контактируя определять основные характеристики плазмы [13]. Концентрацию электронов в плазме чаще всего определяют методом Штарковского уширения H_β спектральной линии. Уширение спектральных линии происходят под влиянием различных процессов, протекающих в плазме. Следствием Штарковского уширения является взаимодействие атомов с локальными электрическими полями, создаваемыми заряженными частицами [14-15]. В этом случае концентрацию электронов можно найти по формуле 1, где $\Delta\lambda_{1/2}$ – полуширина спектральной линии H_β в нанометрах, $\alpha_{1/2}$ – уменьшенная полуширина. Величины $\alpha_{1/2}$ зависят от температуры и плотности электронов. В диапазоне температур 0,5-4 эВ и

концентрации 10^{14}-10^{18} $см^{-3}$ значения уменьшенной полуширины представлены в таблице, составленной Griem.

$$n_e = 2{,}53 \cdot 10^{14} \left[\frac{\Delta\lambda_{1/2}}{\alpha_{1/2}}\right]^{3/2} \quad [см^{-3}] \tag{1}$$

Результаты и обсуждения. В данной работе для проведения спектроскопических измерений используется монохроматор, а в качестве детектора высокоскоростная камера PCO Sensicam. Время экспозиции может быть установлено минимально 500 нс. Диапазон регистрируемых спектров камеры находится в пределах 290-1100 нм. В эксперименте чтобы определить концентрацию электронов в начале разряда и в конце времена экспозиции были установлены на 2 мкс с задержкой для первого случая 6 мкс и для второго 40 мкс. Спектры снимались с торца стеклянной трубки, вдоль его оси. Разрешения спектрометра и камеры определялись путем измерения двух известных спектральных линий 576,95 и 579,07 нм Hg калибровочной лампы. В качестве примера спектр калибровочной лампы показан на рисунке 5.



Рис. 5. Спектр излучения Hg калибровочной лампы при фиксированных длин волн 576,95 и 579,07 нм

Использование смеси газов ArH_2 для определения концентрации электронов имеет свои преимущества: некоторые линий аргона Ar II (484,8 нм), Ar II (488 нм), Ar II (488,9 нм) находятся близко к H_β. Типичный спектр ArH_2, полученный при давлении 700 Па и напряжении зарядки конденсатора 4 кВ в области длины волны 480-490 нм показаны на рисунках 6 и 7.



Рис. 6. Пространственный спектр плазмы в смеси газов ArH_2

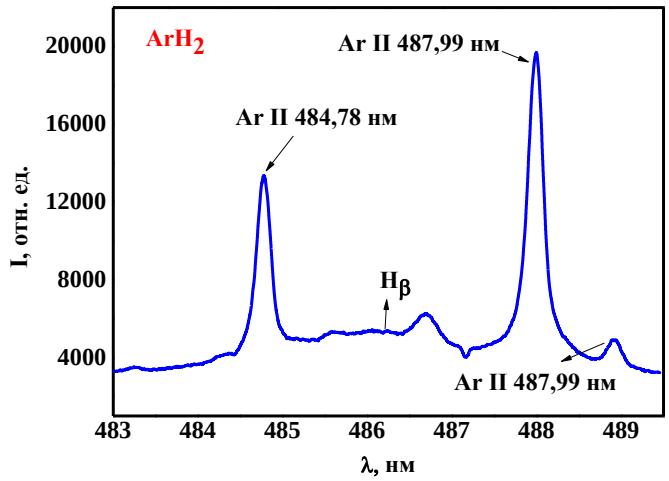


Рис. 7. Линейный спектр плазмы в смеси газов ArH_2

В этом спектре ширина H_β спектральной линии велика и перекрывает несколько других линий, поэтому чтобы получить естественную ширину Штарковского уширения рабочий газ заменяли на He. В этом случае другие спектральные линий ослабевают, ширину полувысоты H_β можно будет

определить более точно (рисунок 8). Следует отметить, что полученные спектры также обрабатывались Гауссовой функцией.

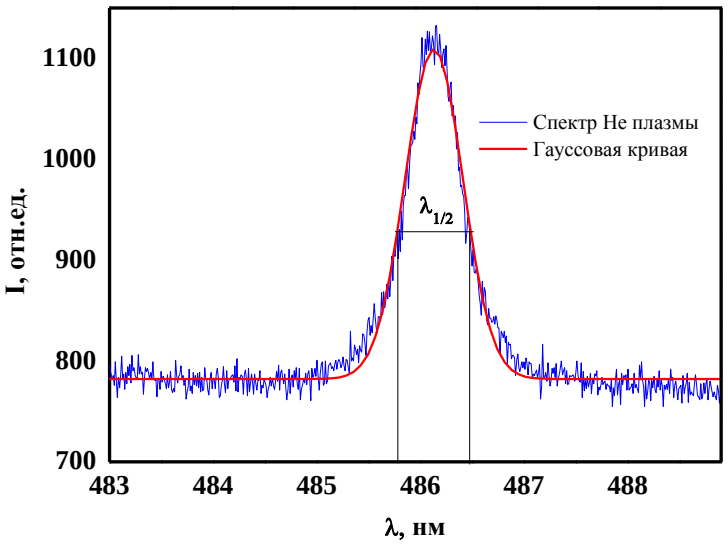


Рис. 8. Спектр Не плазмы и его Гауссова кривая распределения

Зная ширину полувысоты этого спектра, по формуле 2 рассчитывались концентрации электронов в начале и в конце разряда:

$$n_e = 1{,}03 \cdot 10^{16} \left(\frac{\Delta\lambda_{1/2}}{нм} \right)^{1{,}488} \quad [см^{-3}] \tag{2}$$

Расчёты показали, что концентрации электронов в начале и в конце разряда отличается друг от друга. Концентрация электронов в начале составило $1{,}37 \cdot 10^{16}$ см$^{-3}$, в конце $0{,}42 \cdot 10^{16}$ см$^{-3}$. Из этого следует, что при ускорении плазмы к выходу канала в некоторой степени происходит диссипация энергии за счет неустойчивостей, появляющихся в плазме.

Заключение. В работе была проведена спектральная диагностика плазмы в коаксиальном плазменном ускорителе для определения концентрации электронов. Полученные результаты измерения показывают, что концентрация электронов в плазме может быть в некоторой степени неоднородной, вследствие диссипации энергии. Также в дополнении к этой работе была выполнена высокоскоростная съемка плазмы с использованием высокоскоростной камеры PCO Sensicam для наблюдения за динамикой движения плазмы к выходу разрядного канала при различных значениях давлении рабочего газа. Результаты сравнены, из этого вытекает, что образование и ускорение плазмы может сильно завесить от давления газа в стеклянной трубке. При низких давлениях наблюдается слабое свечение разряда, а при высоких может образоваться плазменный фокус, где вся энергия концентрируется в определенной точке вблизи электрода.

Данное исследование частично было поддержано проектом ИРН AP05134671, финансируемым МОН РК.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ismail M.I. Rapid material interrogation using x-rays from a dense plasma focus. – M.: Engineering, 2015. – P. 160.

[2] Bennett N., Blasco M., Breeding K., Constantino D., Deyoung A., Dipuccio V., Friedman J., Gall B., Gardner S., Gatling J., Hagen E.C., Luttman A., Meehan B.T., Misch M., Molnar S., Morgan G., O'Brien R., Robbins L., Rundberg R., Sipe N., Welch D.R., Yuan V. Development of the dense plasma focus for short-pulse applications // Phys. Plasmas. – 2017. – № 24. – P. 012702.

[3] Rawat R.S. Dense Plasma Focus – From Alternative Fusion Source to Versatile High Energy Density Plasma Source for Plasma Nanotechnology // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – № 591(1). – P. 012021.

[4] Климов Н.С., Подковыров В.Л., Житлухин А.М., Сафронов В.М., Коваленко Д.В., Москачёва А.А., Позняк И.М. Разбрызгивание вольфрама при воздействии интенсивного потока плазмы // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез. – 2009. – № 2. – Р. 52-61.

[5] Eric J. Lerner, Krupakar Murali S., Aaron M. Blake, Derek M. Shannon, Frederik J. van Roesse. Fusion reaction scaling in a mega-amp dense plasma focus // Nukleonika. – 2012. – № 57(2). – P. 205-209.

[6] Jain J., Moreno J., Avila R., Avaria G., Pavez C., Bora B., Davis S., Soto L. Pulsed x-rays dose measurements from a hundred joules plasma focus device// Journal of Physics: Conf. Series. – 2018. – № 720(1). – P. 012048.

[7] Nowakowska-Langier K., Zdunek K., Chodun R., Okrasa S., Kwiatkowski R., Malinowski K., Skladnik-Sadowska E., Sadowski M. Investigation of dust formation in fusion reactors by pulsed plasma accelerator // Phys. Scr. – 2017. – № 161. – P. 014063.

[8] Райымханов Ж.Р., Досболаев М.К., Тажен А.Б., Рамазанов Т.С. // X ежегодной конференции Нанотехнологического общества России. – Москва, 2019. – С. 25-26.

[9] Dosbolayev M.K., Utegenov A.U., Tazhen A.B., Ramazanov T.S. Investigation of dust formation in fusion reactors by pulsed plasma accelerator // Laser and Particle Beams. – 2017. – № 4. – P. 741-749.

[10] Dosbolayev M., Raiymkhanov Zh., Tazhen A., Ramazanov T. Experimental Investigation of the Properties of Plasma-Dust Formations on Pulsed Plasma Accelerator // IEEE Transaction on plasma science. – 2019. – № 7. – P. 3047-3051.

[11] Wiechula J., Schönlein A., Iberler M., Hock C., Manegold T., Bohlender B., Jacoby J. Electron density and plasma dynamics of a colliding plasma experiment // AIP Advances. – 2016. – № 6. – P. 075313.

[12] Wiechula J., Hock C., Iberler M., Manegold T., Schonlein A., Jacoby J. Experimental characterization of a coaxial plasma accelerator for a colliding plasma experiment // Phys. Plasmas. – 2015. – № 22. – P. 043516.

[13] Fantz U. Basics of plasma spectroscopy // Plasma Sources Sci. Technol. – 2006. – № 15. – P. S137–S147.

[14] Ashkenazy J., Kipper R., Caner M. Spectroscopic measurements of electron density of capillary plasma based on stark broadening of hydrogen lines // Physical review A – 1991. – № 43. – P. 5568–5574.

[15] Teske C., Liu Y., Blaes S., Jacoby J. Electron density and plasma dynamics of a spherical theta pinch // Physics of plasmas – 2012. – № 19. – P. 033505.

Тәжен А.Б., Thilo A., Jacoby J., Досболаев М. К., Рамазанов Т. С.

Hβ желісінің ШТАРКОВ кеңеюі әдісімен импульсті плазмалық ағынның спектральды диагностикасы

Түйіндеме. Жұмыста спектроскопиялық өлшеулермен және hβ спектральды желінің Штарковтік кеңеюі әдісімен алынған плазмалық ағындағы электрондардың концентрациясын Эксперименталды зерттеу нәтижелері ұсынылған. Спектроскопиялық кешен монохроматордан, жоғары жылдамдықты PCO Sensicam камерасынан, белгілі спектрі бар калибрлеу лампасынан және деректерді өңдеуге арналған дербес компьютерден тұрады. Өлшеулер ArH2 және Не газдарының қоспасында 700 Па қысым және 4 кВ конденсатор зарядтау кернеуінде жүргізілді.

УДК 53.023

A.T. Agishev, A.K. Tileukulova, B. Ermekbayev, A.Zh. Zhunus, A.Zh. Alen
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
aldiyar.agishev@gmail.com)

INFORMATION-ENTROPY ANALYSIS OF SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION OF STARS WITH GAS-DUST SHELLS

Abstract. This work is devoted to the study of chaotic patterns in astrophysical processes and objects. A new methodology for calculating informational entropy and its normalization for quasiregular, chaotic and stochastic processes was proposed and tested. The proposed method quantitatively classifies stars with gas-dust shells by the degree of their order and chaos. Corresponding algorithms for processing the results of observations based on information-entropy criteria that can be used to describe open systems of various nature are constructed.

Key words: hot stars, gas and dust structure, spectral energy distribution, information-entropy.

А.Т. Агишев, А.Қ. Тілеуқұлова, Б. Ермекбаев, А.Ж. Жунус, А.Ж. Ален
(әл-Фараби атындағы ҚазақҰлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
aldiyar.agishev@gmail.com)

ГАЗ ТОЗАҢДЫ ҚАБЫҚТАРЫ БАР ЖҰЛДЫЗДАР СПЕКТРІНДЕ ЭНЕРГИЯНЫҢ ҮЛЕСТІРІЛІМІН ИНФОРМАЦИЯЛЫҚ-ЭНТРОПИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Андатпа. Бұл жұмыс астрофизикалық процестер мен объектілердегі хаостық заңдылықтарды зерттеуге арналған. Информациялық энтропияны есептеудің жаңа әдістемесі және квазирегулярлы, хаостық және стохастикалық процестер үшін оны нормалау ұсынылды және апробация жүргізілді. Ұсынылған әдіспен газ тозаңды қабықтары бар жұлдыздардың тәртібі мен хаос дәрежесі бойынша сандық жіктелуі жүргізілді. Әртүрлі табиғаттың ашық жүйелерін сипаттау үшін пайдаланылуы мүмкін информациялық-энтропиялық өлшемдер негізінде бақылау нәтижелерін өңдеудің тиісті алгоритмдері құрылды.

Кілттік сөздер: ыстық жұлдыздар, газ тозаңды құрылым, спектрдегі энергия үлестірілімі, информациялық-энтропия.

Кіріспе. Жылдам айналу және жұлдызмаңы дискілерінің болуы сияқты «қос жүйе» ұғымы Ве типті күшті эмиссиясы бар ыстық жұлдыздардың кейбір бақыланатын қасиеттерін түсіндіру ретінде 40 жыл бұрын ұсынылды.

Бастапқыда көптеген бақылау мәліметтерінің болмауына қарамастан, бұл гипотеза жоғары ажыратымдылықтағы спектроскопияның пайда болуымен берік негіздемеге ие болды. Қазіргі кезде алып және ыстық жұлдыздардың көпшілігі жұп болып туылады деп саналады. Олай болса, Ве жұлдыздарының елеулі бөлігі қос жүйе мүшелері болуы мүмкін деп күтуге болады.

[1] жұмыста спектроскопиялық анықталған 16 Ве қос жұлдызынан тұратын тізім жарияланды, олардың үшеуі өзара әрекет етті. Сонымен қатар, [2] жұмыста, шамамен 160 бинарлық жұлдыздардың тізімін көрсетті, олардың ішінде 28 спектроскопиялық Ве қос жүйе болды. Жақында [3] жоғары ажыратымдылығы бар спектрлерді пайдалана отырып, бірнеше жүздеген ыстық жұлдыздардың арасында тағы 17 Ве қос жұлдыздарын анықтады. Соңғылары одан әрі растауды және қосымша зерттеулерді қажет етеді, себебі қос жүйе туралы қорытынды спектрлік сызықтарда кез келген бақыланатын өзгергіштіктің болуы негізінде жасалды.

80-жылдары орындалған спектрдің оптикалық және жақын инфрақызыл диапазонындағы алғашқы фотометриялық бақылаулардың бірі, күшті эмиссиясы бар 700-ге жуық ыстық жұлдыздардың 10%-ы жұлдыз маңындағы тозаңның сәулеленуінен спектрдегі энергия үлестрілімінде тыйым салынған сызықтар мен күшті инфрақызыл артықшылық көрсетті [4]. Бұл топ "B[e]" жұлдыздары деп атала бастады.

FS CMa класындағы жұлдыздар бұрын Ве құбылысы бар жіктелмеген жұлдыздар ретінде белгілі. Бұл топ, шамамен, 70 объектіден тұрады. [5] жұмыста көрсетілген мәліметтер бойынша бұл топ бастапқыда 23 нысанды қамтыды. Жіктелмеген 30 жұлдыздан қалған жеті нысан әлі де деректер санының аз болуына байланысты белгісіз мәртебеге ие. Сонымен, қатар бұл топқа оптикалық бақылау каталогтарымен кросскорреляциялық теңестіру жолымен IRAS деректер базасында табылған тағы да 10 нысан қосылды [6]. Эмиссиялық сызықтары бар 20 үміткер Гамбург жұлдыздарының шолуында табылды [7] және NOMAD каталогымен айқас корреляция жасалған [8]. Қазіргі уақытта NOMAD-да бірнеше фотометрлік өлшемдер мен қатынасты пайдалану [6] арқылы табылған 20-ға жуық кандидат тыйым салынған желілерде сәулеленудің бар-жоғын растау үшін спектрлік бақыланады.

FS CMa жұлдыздар тобын зерттеудегі негізгі мәселе классификациялау, яғни, жіктеу мәселесі ашық. Түстік сүзгілерде көптеген шолулардың болуы спектрде энергияның үлестірілімін (СЭҮ) оңай бағалауға мүмкіндік береді, бірақ одан әрі спектроскопиялық растау бақылау деректерінің жеткіліксіздігінен қиын болып қалады.

Жаңа әдістерді пайдалану спектрлер бойынша жіктеумен байланысты кейбір мәселелерді шеше алады. Қазіргі Астрофизикадағы осындай бағыттардың бірі динамикалық хаос теориясының әдістерін қолдану болып табылады. Хаостың сандық сипаттамалары ретінде әдетте информациялық энтропияны және физикалық шамалардың көптеген мәндерінің фракталды өлшемін пайдаланады. Бұл сипаттамалар иерархиялық және өзұқсас жүйелердің қасиеттерін сипаттау үшін қолданылады.

Жұмыстың мақсаты газ-тозаңды жұлдыздарда спектрлер мен бейнелер бойынша информациялық-энтропиялық әдіспен байқалатын құрылымдардың заңдылықтарын сапалық және сандық бағалау болып табылады.

Зерттеу әдістері. Шеннонның шартсыз энтропиясы немесе информациялық энтропия келесі формула бойынша анықталады:

$$S(x) = -\sum_{i=1}^{N} P(x_i)\ln\big(P(x_i)\big), \quad (1)$$

мұндағы $P(x_i)$ – салыстырмалы өлшемі δ бар і-ші ұяшыққа түсу ықтималдығы, айнымалы х мәні. Шартты энтропия S (х/у) келесі түрде болады:

$$S(x/y) = -\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M} P(x_i, y_j)\ln\Big(P\big(x_i|y_j\big)\Big), \quad (2)$$

мұндағы $P(x_i|y_j)$ – шартты ықтималдылық. Өзара ақпарат x(t), y(t) шамалары арасында корреляция болған кезде ғана нөлден ерекшеленеді. Бұл бекітуді астрофизикалық спектрлерге қосу мақсатында динамикалық жүйелерге ұқсас ретінде y(t) = x`(t) қабылдауға болады, яғни x(t) туындысын екінші айнымалы ретінде қабылдауға болады.

Хаос дәрежесі бойынша нормалау және интерпретациялау өлшемдері [9] жұмыста сипатталған әдістемеге сәйкес жүргізілді. Оның ішінде бір өлшемді жағдайда хаосқа, статистикалық заңдылықтарға көшу келесі интервалмен сипатталады:

$$0 < \tilde{S}(\delta) \le I_1, \quad \tilde{S}(\delta) = S(\delta)/\ln(1/\delta) \quad (3)$$

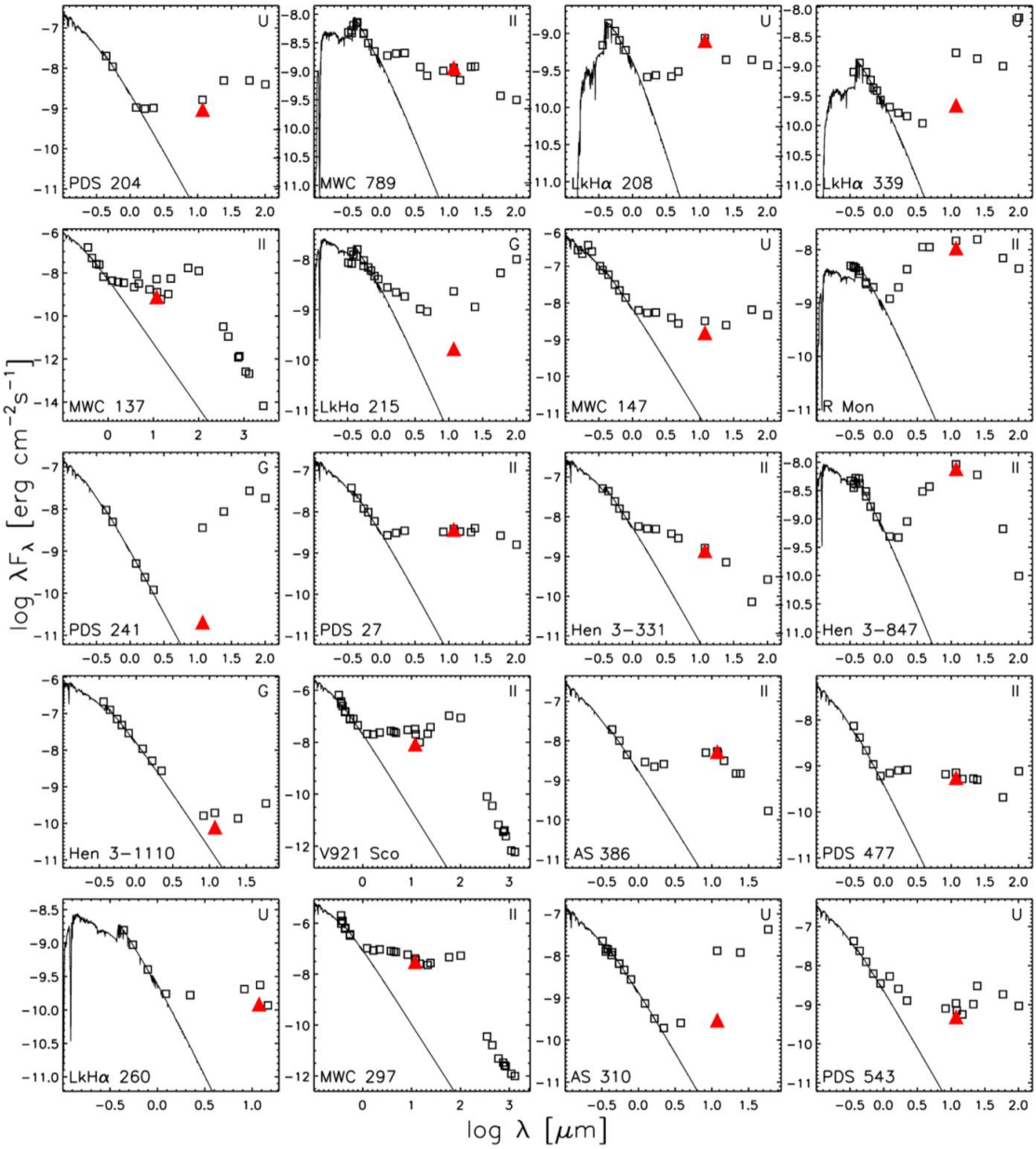
мұндағы, $\tilde{S}(\delta)$ – δ өлшеудің салыстырмалы масштабы бойынша Шеннон бөлшектерінің нормаланған энтропиясы. Мультифракталдар теориясынан [10] S(δ) өлшемінен тұратын жиынның информациялық өлшемі болып табылатыны белгілі. Жоғарыда айтылғандардан топологиялық өлшемдері d = 1 ([0, I_1)), d = 2 ([I_1, I_2)), d = 3 ([I_2, 1)) өзұқсас жиындар өлшемдерінің бөлшек бөліктерін бөлу шекаралары түріндегі I_1,I_2 сандарының мәні болады.

Алынған нәтижелер информациялық-энтропияның өзұқсас критерийлеріне сәйкес шуға ұқсас немесе стохастикалық ($1 > I_2$), өзаффинді және өзұқсас ($I_2 > I_1$), фракталды ($I_1 > I_0$), регулярлы ($I_0 > 0$) болуы мүмкін.

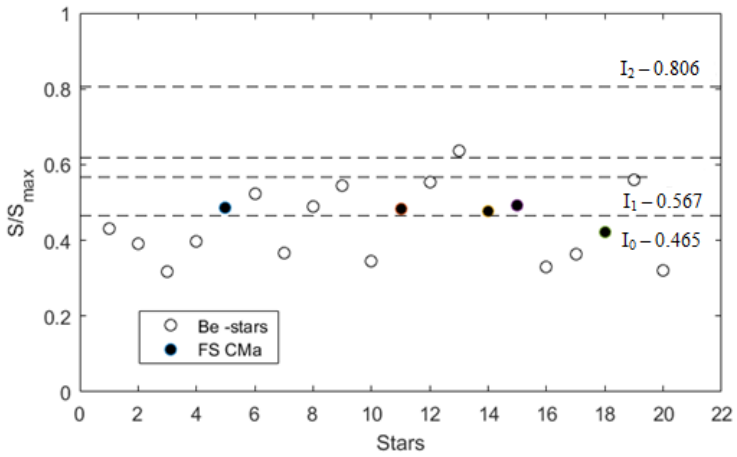
Зерттеу нәтижелері мен оларды талдау. Жұлдыздардың спектрлерінен информациялық-энтропия сипаттамаларын анықтау және оның кейінгі жіктелуі [12-16]жұмыстарда орындалған. [12,14] жұмыста бас тізбекте орналасқан, әртүрлі температуралы жұлдыздарға арналған информациялық-энтропияның нормаланған мәндері есептелді. Мұндай жұлдыздар үшін СЭУ планк таралу формасы бар және олардың энтропиясы профильдің "кеңеюімен" байланысты. Бұл бас тізбектегі жұлдыздар толығымен өзқауымдық аймағында жатыр, ал нормаланған энтропия температураның өсуімен төмендейді. [13, 15, 16] жұмыстар ыстық жұлдыздардың спектріндегі күшті эмиссиялық желілер энтропияның өзқауымдық аймағынан қарағанада төмендеуіне әкеледі, ал екі айнымалы бойынша бағалау үшін шартты энтропияны есептеу әдісі неғұрлым дәл әдістеме болып табылады.

Жұлдыздар спектрінен информациялық-энтропиялық сипаттамаларды анықтау және оларды FS CMa деп жіктеу үшін Ве жұлдыздарының алдын-ала өңделіп, абсолютті энергия шамаларында стандартты ағынның бірліктеріне келтірілген [17] СЭУ пайдаланылды. FS CMa жұлдыздарына үшін СЭУ-нің ерекшелігі толқын ұзындығының ұлғаюымен спектрдің инфрақызыл аймағында энергияның күрт төмендеуі болып табылады. Келтірілген түрдегі СЭУ-ін өңдеу үшін 2 айнымалыдан информациялық-энтропияны пайдалану (2-ші формула) неғұрлым қолайлы болады. Себебі профильдерді бағалау толқын ұзындықтарына байланыстыру арқылы мүмкін болады.

FS CMa кейбір объектілерінің жуырдағы жиі спектроскопиялық бақылаулары күннің уақытша шкаласындағы Бальмер профильдерінің елеулі вариацияларын анықтады, олар дұрыс болып көрінбейді (2-сурет). Бұл ыстық компоненттен массаның айнымалы жоғалуын білдіреді, бірақ Роша қуысының толып кетуінен үздіксіз масса көшу әлі расталмаған. Бұл тұрақты емес өзгерістер жаңылыстыруға және жүйенің қасиеттерін анықтауға кедергі келтіруі мүмкін. Оның нәтижесінде энтропияны есептеу кезінде спектрдің осы аймақтарында энергияның өлшенген мәндері төмен түсірілді.



1-сурет. Ве типті жұлдыздардың спектрдегі энергия үлестірілімі



2-сурет. Ве типті күшті эмиссиясы бар ыстық жұлдыз спектрлерінің нормаланған информациялық-энтропиясы

Алынған нәтижелер FS CMa жұлдыздарын жіктеу және оларды Be үлкен класынан бөлу мүмкіндігі туралы айтады, өйткені информациялық энтропия информация теориясы бойынша өзұқсас мәндер аймағында орналасады, сондай-ақ статистиканы есепке ала отырып, яғни масштабты инвариантпен (фракталдылықпен) құрылымдылықты сипаттайды.

Қорытынды. Жоғарыда алынған нәтижелерді негізге ала отырып, біз фракталдар мен хаостық сигналдардың өзұқсастықтың информациялық-энтропиялық критерийлері сандық талдау үшін қолданылуы мүмкін екеніне көз жеткізе аламыз. Тәртіп пен тәртіпсіздік шаралары ретінде информация мен энтропия әмбебап қолдануға ие. Фракталды құрылымда динамикалық жүйелердің аттракторлары болуы мүмкін, мысалы жұлдыздар. Мұндай көздерден тіркелетін астрофизикалық сигналдар хаостық болуы мүмкін.

Энтропиялық критерийлер квазирегулярлы, хаостық, стохастикалық үдерістерді хаостың басқа да белгілі сипаттамаларын пайдалану жағдайларына қарағанда, мысалы, фракталдық және топологиялық өлшемдердің айырмашылықтарының бірік интервал аралығымен салыстырғанда едәуір тар интевалдарда ажыратады.

Егер нормаланған информациялық энтропия S 1-ден 3-ке дейінгі квазипериодты, хаостық, стохастикалық объектілердің топологиялық өлшемдеріне сәйкес келетін $[0,I_1)$, $[I_1,I_2)$, $[I_2,1)$ аралықтарындағы мәндерді қабылдаса, өзұқсастық орын алады. Бұл нәтижелердің заңдылығы белгілі фракталдар мен бейсызық бейнелердің иерархиялық жиындарын S есептеумен дәлелденген.

Жұмыста анықталған өзұқсастықтың фракталдық, хаостық, стохастикалық сигналдар үшін информациялық-энтропиялық критерийлері GBT, IRAM, NSRT, SPM және CFHT телескоптарымен алынған бақылаулар бойынша алынған газтозаңды құрылымы бар жұлдыздардың сандық жіктелуіне қолданылады.

Be типті жұлдыздардың қосалқы класы FS CMa, 20 жұлдыздардың үлгісінде *I=0.465* критерийіне жақын, СЭУ бойынша есептелген нормаланған информациялық-энтропияның мәндерін көрсетті.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Pavlovski K. et al. UBV photometry of Be stars // Astronomy and Astrophysics Supplement Series. – 1997. – Vol. 125, № 1. – P. 75-98.

[2] Zharikov S.V., Miroshnichenko A.S. Short-Term Spectral Variability in the Binary FS CMa-Type Object MWC 728 // Astronomical Society of the Pacific Conference Series. – 2017. – Vol. 508. – P. 295.

[3] Oudmaijer R.D., Miroshnichenko A.S. Introduction to the B[e] Phenomenon // Astronomical Society of the Pacific Conference Series. – 2017. – Vol. 508. – P. 3.

[4] Allen D. A., Swings J. P. The spectra of peculiar Be stars with infrared excesses // Astronomy and Astrophysics. – 1976. – Vol. 47. – P. 293-302.

[5] Lamers H. J. et al. An improved classification of B [e]-type stars // Astronomy and Astrophysics. – 1998. – Vol. 340. – P. 117-128.

[6] Khokhlov S.A., Miroshnichenko A. S. et al. Toward Understanding the B [e] Phenomenon. VI. Nature andspectral variations of HD 85567 // The Astrophysical Journal. – 2017. – Vol. 835, № 1. – p. 53.

[7] Miroshnichenko A.S. FS CMa Type Objects - Products of Intermediate-Mass Non-Conservative Evolution //Astronomical Society of the Pacific Conference Series. – 2017. – Vol. 508. – P. 285.

[8] Zacharias N. et al. The Naval Observatory Merged Astrometric Dataset (NOMAD) // American Astronomical Society Meeting Abstracts. – 2004. – Vol. 36. – p. 1418.

[9] Zhanabaev Z.Zh., Kozhagulov Y.T., Khokhlov S.A., Agishev A.T., Zhexebay D.M. Informational and entropic criteria of self-similarity of fractals and chaotic signals // International Journal of Mathematics and Physics. 2018. – Vol. 90, № 1. – P.90-96.

[10] Кожагулов Е.Т., Хохлов С.А. Взаимосвязь параметра неаддитивности энтропии и порядка мультифрактального момента // Материалы международной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі». – Алматы, 2015. – С. 454.

[11] Zhanabaev Z. Z., Kozhagulov Y. T., Khokhlov S. A. Scale invariance criteria of dynamical chaos // International Journal of Mathematics and Physics. – 2013. – Vol. 4, № 2. – P. 29-37.

[12] Жанабаев З.Ж., Хохлов С.А., Агишев А.Т. Нормированная энтропия горячих звезд // Журнал проблем эволюции открытых систем. – 2017. – Vol.1, № 19. –P. 13 – 17.

[13] Omar A., Amantayeva A., Bissekenova A., Agishev A.T., Khokhlov S. Information entropy spectra of hot stars // Вестник КазНИТУ. – 2018. – Vol.127, № 3. – P. 465 - 469.

[14] Хохлов С.А., Агишев А.Т. Анализ радиоизлучения солнца методом клеточной энтропии // Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі». – 2015. – с. 500.

[15] Агишев А.Т., Хохлов А.А. Классификация горячих звезд типа В // Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі». – 2016. – с. 408.

[16] Жанабаев З.Ж., Бейсебаева А.С., Хохлов С.А., Агишев А.Т. Классификация горячих звезд на основе информационно – энтропийного анализа // Материалы 10-ой международной научной конференции «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент». – 2017. – С.40-43.

[17] Khokhlov S. A. et al. Toward Understanding the B [e] Phenomenon. VII. AS 386, a Single-lined Binary with a Candidate Black Hole Component // The Astrophysical Journal. – 2018. – Vol. 856, № 2. – p. 158.

Агишев А.Т., Тілеуқұлова А.Қ., Ермекбаев Б., Жунус А.Ж., Ален А.Ж.

Информационный энтропийный анализ распределения энергии в спектре звезд с газопылевыми оболочками

Резюме. Настоящая работа посвящена исследованию хаотических закономерностей в астрофизических процессах и объектах. Была предложена и апробирована новая методика расчета информационной энтропии и ее нормировка для квазирегулярных, хаотических и стохастических процессов. Предложенным методом произведена количественная классификация звезд с газопылевыми оболочками по степени их порядка и хаоса. Построены соответствующие алгоритмы обработки результатов наблюдений на основе информационно-энтропийных критериев, которые могут быть использованы для описания открытых систем различной природы.

Ключевые слова: горячие звезды, газопылевая структура, распределение энергии в спектре, информационная-энтропия.

A. Kudaykulov[1], M. Kalimoldayev[1], A. Tashev[1],
K. Begaliyeva[1,2], M. Arshidinova[1,2].
([1]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK
[2]Al-Farabi Kazakh National University. Almaty, Kazakhstan
E-mail: kudaykulov2006@mail.ru , azattash@mail.ru, kalamkas_b@mail.ru,
mukaddas_arshidi@mail.ru)

ALGORITHM FOR THE STUDY OF THE THERMO-MECHANICAL CONDITION OF THE ROD IN SIMULTANEOUS LOCAL TEMPERATURES AND THERMAL INSULATION

Abstract. A homogeneous isotropic rod of limited length and constant cross section has been considered. Negative temperatures are set at the two ends of the rod. The rod is divided into three equal parts. The side surface of the first and third part of the rod is insulated. On the side surface of the middle (1/3) part of the rod, the temperature is summed up, which varies along the length of this segment nonlinear. To study the emerging steady-state thermo-stress-strain state, a computational algorithm based on the fundamental energy conservation law is proposed — the temperature is approximated by quadratic spline functions. The law of temperature distribution along the length of the rod is determined, from which the value of the extension of the rod is calculated, for the case when one end of the rod is rigidly clamped and the other is free. In the case of pinching the two ends of the rod, the value of the resulting axial force is calculated. In this case, the distribution fields of the thermoelastic, temperature, and elastic components of the deformations and stresses are also determined. Using the law of distribution of the elastic component of deformations and the property of continuity of the field of displacement along the entire length of the rod under study, the law of distribution of displacement along the length of the rod is determined.

Keywords: Negative temperature, variable temperature, local thermal insulation, quadratic spline function, thermal elongation, axial force, thermo-elastic, thermal elastic deformation, stress, displacement.

А. Құдайкулов[1], М. Қалимолдаев[1], А. Ташев[1],
Қ. Бегалиева[1,2], М. Аршидинова[1,2].
([1] Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты ҒК ҚР БҒМ
[2]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті. Алматы, Қазақстан
E-mail: kudaykulov2006@mail.ru , azattash@mail.ru,
kalamkas_b@mail.ru, mukaddas_arshidi@mail.ru)

ШЕКТЕУЛІ ТЕМПЕРАТУРА МЕН ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ БІР МЕЗГІЛДЕ БОЛҒАН КЕЗДЕ СЫРЫҚТЫҢ ТЕРМО-МЕХАНИКАЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІН ЗЕРТТЕУ АЛГОРИТМІ

Андатпа. Ұзындығы шектеулі және тұрақты көлденең қималы біртекті изотропты сырық қарастырылады. Сырықтың екі шетінен теріс температура берілген. Сырық үш бірдей бөлікке бөлінген. Сырықтың бірінші және үшінші бөлігінің бүйір беттері жылудан оқшауландырылған. Сырықтың ортаңғы (1/3) бөлігінің бүйір бетінде температура жүргізілген, ол осы учаскенің ұзындығы бойынша сызықсыз өзгереді. Пайда болған термо-кернеулі-деформацияланған жағдайды зерттеу үшін фундаменталды энергияның сақталу заңына негізделген есептеу

алгоритмі ұсынылады – температура квадраттық сплайн функцияларымен аппроксимацияланады. Сырықтың ұзындығы бойынша температураның таралу заңы анықталады және сырықтың бір жағы қатты бекітілген ал, екінші жағы бос болған жағдайда сырықтың созылу шамасы есептеледі. Екі жағы бекітілген жағдайда пайда болатын өстік күшеюдің шамасы есептеледі. Бұл жағдайда деформациялар мен кернеулердің термосерпімділігі, температуралық және серпімді құрауыштарының таралу өрістері анықталады. Деформацияның серпімді құраушы бөлігін бөлу заңын және зерттелетін сырықтың жалпы ұзындығы бойынша орын ауыстыру өрісінің үздіксіздігінің қасиетін пайдалана отырып сырықтың ұзындығы бойынша орын ауыстырудың таралу заңы анықталады.

Түйін сөздер: Теріс температура, айнымалы температура, жергілікті жылу оқшаулау, квадраттық сплайн функциясы, термиялық ұзару, өстік күш, қызусерпімді, температуралық серпімді деформация, кернеу, орын ауыстыру.

1. Кіріспе

Ұзындығы шектеулі сырықтар қазіргі кезде реактивті және сутекті қозғалтқыштардың, газ генераторлық, атомдық және жылу электр станцияларының, қайта өңдеу өнеркәсібінің технологиялық желілерінің, ғарыш кемелерінің энергетикалық қондырғыларының негізгі элементтері ретінде қолданылады.

Бұл қондырғылардың негізгі элементтері жылу көздерінің әр текті түрлері бір мезгілде әсер еткенде жұмыс істейді. Сондықтан жылу көздерінің әр текті түрлерінің бір мезгілде әсер ететін шектеулі ұзындықтағы өзекшелердің қалыптасқан термо-кернеулі-деформацияланған күйін зерттеуге мүмкіндік беретін арнайы әдістер мен есептеу алгоритмдері мен қолданбалы бағдарламалар кешенін әзірлеу өзекті проблема болып табылады. Сонымен қатар, алынған нәтижелер энергияны сақтау заңын қолдануға байланысты жоғары дәлдікке ие.

[1] жұмыста деформацияланатын қатты денелер үшін қызусерпімділік теориясының фундаменталды заңдары келтірілген. [2,4] жұмыстарда лазерлік сәулелердің әсері кезінде сырықтың термо-кернеулі-деформацияланған күйін сандық зерттеу нәтижелері келтіріледі. Бұл ретте ақырғы элементтер әдісі қолданылған. [3]-те ақырғы элементтер әдісі келтірілген. [5] жұмыста берілген біркелкі ішкі температура болған кезде мінсіз-серпімді пластикалық цилиндрлік сырықта анықтау туралы екі өлшемді есептің дәл шешімі келтіріледі. Ұзындығы шектеулі сырықтағы кернеудің температураға тәуелділігі [6] жұмыста келтірілген. Сонымен қатар бұл жұмыста уақытша фактор да ескеріледі. [7] жұмыста температуралық әсерде болатын конструкция элементтері үшін қызусерпімділік есептеріне әртүрлі мәселелер қойылады. Бұл ретте әдістің теориялық негіздері байланыссыз қызусерпімді Майсель формуласына бағытталған. [8] жұмыста шағын параметр әдісі негізінде температура болған жағдайда қатты-пластикалық құбырдың кернеулі-деформацияланған күйін анықтау міндеті қарастырылған. Бұл ретте Мизес шарты қолданылған. Ал, [11] жұмыста нақты қолданбалы есептерді шешу кезінде қызусерпімділік теориясының негіздері және оларды жүзеге асыру әдісі келтірілген. Бұл ретте күштік және температуралық факторлар ескерілген. [12-13] жұмыста механиканың қолданбалы есептерінің класын сандық шешудің әдістері мен есептеу алгоритмдері келтірілген.

Жоғарыда көрсетілген жұмыстардан айырмашылығы, бұл жұмыс ұзындығы шектелген және тұрақты көлденең қима сырығының қалыптасқан термо-кернеулі-деформацияланған күйін зерттеуге мүмкіндік беретін энергияның сақталу заңына негізделген есептеу алгоритмі мен әдісін әзірлеуге арналады. Бұл ретте сырықтың екі жағынан теріс температура беріледі. Бүйір бетінің ортаңғы (1/3) бөлігінде параболикалық заңға бағынатын температура берілген. Сырықтың бүйір бетінің қалған бөліктері жылудан оқшауландырылған. Атап айтқанда, сырықтың ұзындығы бойынша температураның таралу заңы анықталады. Олар бойынша өзектің бір жағы мықты бекітілген, ал екіншісі бос болған жағдайда сырықтың ұзаруының шамасы есептеледі. Екі жағын бекіткен жағдайда пайда болатын сығушы термо-серпімді өстік күштің шамасы есептеледі. Олар бойынша термо-серпімді, температуралық, серпімді құраушы деформациялар мен кернеулердің таралу заңдары анықталады. Деформацияның серпімді құраушысының таралу заңына сүйене отырып, орын ауыстырудың тиісті құраушысы анықталады.

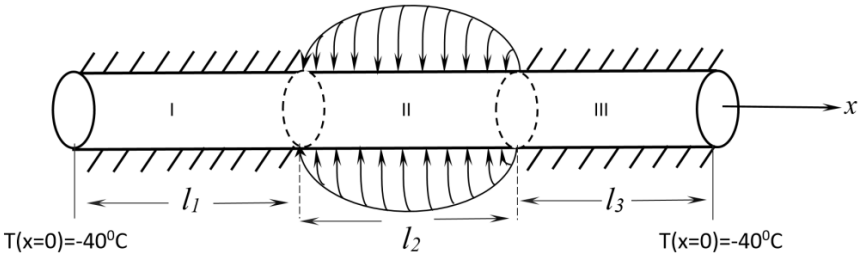
2. Есептің қойылуы

L[cm] ұзындығы шектеулі көлденең сырықты қарастырамыз. Тұрақты көлденең қимасының ауданы F[cm2]. Сырық материалының физика-механикалық қасиеттері $K_{xx}[\frac{watt}{см \cdot K}]$ жылуөткізгіштік

коэффициентімен, $\alpha\,[\frac{1}{K}]$ жылудың ұлғаюымен сипатталады. Сырық материалының серпімділік модулі $E\,[\frac{kG}{см^2}]$. Қаралатын сырық ұзындығы $l=\frac{L}{3}[cm]$ бірдей үш бөліктен тұрады. Қаралып отырған сырықтың шетінде теріс температура берілген $T(x=0)=T_1;\quad T(x=L)=T_L$. Мұнда $T_1,T_L<0.$ Қарастырылып отырған сырықтың бірінші ($0\le x\le l$) және үшінші ($2l\le x\le L$) бөлігінің бүйір беті толығымен жылу оқшауландырылған. Сырықтың екінші бөлігінің ұзындығы бойынша температураның параболалық заңымен бөлінген.

$T(x)=ax^2+bx+c,\ l\le x\le 2l.$ Зерттелетін сырықтың есептік схемасы 1-суретте келтірілген.

T(x)=ax²+bx+c



1-сурет. Есептің есептік схемасы

Жұмыста келесі есептерді шешу қарастырылады:

1) Сырықтың ұзындығы бойымен темпертураның таралу заңын анықтау;

2) Сырықтың бекітілген бір шеті үшін термиялық ұзарудың шамасын анықтау;

3) Сырықтың екі шеті үшін пайда болатын қызусерпімді өстік сығу күшінің шамасын есептеу;

4) Зерттелетін сырықтың ұзындығы бойынша кернеудің қызусерпімді құраушысының таралу заңын анықтау;

5) Сырық ұзындығы бойымен деформацияның қызу-серпімді құраушысының таратылу өрісін анықтау;

6) Зерттелетін сырықтың ұзындығы бойымен деформацияның температуралық құрамдас бөлігінің таралу заңын анықтау;

7) Зерттелетін сырықтың ұзындығы бойымен кернеудің температуралық құрамдас бөлігінің таралу өрісін анықтау;

8) Қарастырылатын сырықтың ұзындығы бойынша серпімді құраушы деформациялардың таралу заңын құру;

9) Зерттелетін сырық ұзындығы бойымен кернеудің серпімді құраушысын таратылу өрісін құру;

10) Сырық ұзындығы бойымен орын ауыстыру серпімді құраушысының таратылу заңын анықтау.

3. Есептеу алгоритмін әзірлеу

Жергілікті координаттар жүйесіндегі температураның таралу өрісін екінші ретті полиноммен жуықтау. Әр дискретті элементтің ұзындығы шегінде:

$$T(x)=a_1x^2+b_1x+c_1,\quad 0\le x\le t\,. \tag{1}$$

Бұл ретте келесі белгілеулерді енгіземіз

$$T(x=0)=T_i;\qquad T(x=\frac{t}{2})=T_j;\qquad T(x=t)=T_k\,. \tag{2}$$

Сонда (1) теңдеуді келесі түрде беруге болады:

$$T(x)=\left(\frac{2x^2-3tx+t^2}{t^2}\right)\cdot T_i+\left(\frac{4tx-4x^2}{t^2}\right)\cdot T_j+\left(\frac{2x^2-tx}{t^2}\right)\cdot T_k$$

немесе

$$T(x)=\varphi_i(x)\cdot T_i+\varphi_j(x)\cdot T_j+\varphi_k(x)\cdot T_k,\qquad 0\le x\le t \tag{3}$$

мұндағы

$$\varphi_i(x)=\frac{2x^2-3tx+t^2}{t^2};\ \varphi_j(x)=\frac{4tx-4x^2}{t^2};\ \varphi_k(x)=\frac{2x^2-tx}{t^2},\ 0\le x\le t \tag{4}$$

Әрбір дискретті элементтің ұзындығы шегінде температура градиенті мынадай формула бойынша анықталады:

$$\frac{\partial T}{\partial x}=\frac{4x-3t}{t^2}T_i+\frac{4t-8x}{t^2}T_j+\frac{4x-t}{t^2}T_k,\qquad 0\le x\le t \tag{5}$$

Ұзындығы $l=\frac{L}{3}[cm]$, бүйір беті жылудан оқшауландырылған сырықтың бірінші (1/3) бөлігін қарастырайық. Бұл учаске үшін толық жылу қуатының функционалы келесі түрге ие:

$$I_1=\int_{V_1}\frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2dv=F\int_0^l\frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2dx=\frac{FK_{xx}}{2}\int_0^l\left[\frac{4x-3l}{l^2}T_i+\frac{4l-8x}{l^2}T_j+\frac{4x-l}{l^2}T_k\right]^2dx=$$

$$=\frac{FK_{xx}}{6l}\left[7T_1^2+16T_2^2+7T_3^2-16T_1T_2+2T_1T_3-16T_2T_3\right] \tag{6}$$

Сырықтың бұл учаскесі үшін $T_i=T_1=T(x=0);\quad T_j=T_2;\quad T_k=T(x=l)=T_3=$ $=(a\cdot 0+b\cdot 0+c)=C.$ Сонда $T_1=T(x=0)$ және $T_3=C$, ал, $T_2=T(x=\frac{l}{2})$ мәні әзірге белгісіз.

Мұнда T_1 және T_3 берілген. Екінші ($l\le x\le 2l$) учаскеде температура мәні $T(x)=ax^2+bx+c$ фомуласымен берілген. Сырықтың екінші ($l\le x\le 2l$) учаскесінде T_i, T_j және T_k мәндері былайша анықталады:

$$T_i=T(x=0)=a\cdot 0+b\cdot 0+c=C=T_5,\qquad T_j=T(x=\frac{l}{2})=a\cdot\left(\frac{l}{2}\right)^2+b\cdot\left(\frac{l}{2}\right)+C=T_4$$

$$T_k=T(x=l)=a\cdot l^2+b\cdot l+C=T_5.$$

Бұл учаске үшін I_2 толық жылу қуатының функционалы келесі түрге ие:

$$I_2=\int_{V_2}\frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2dv=F\int_0^l\frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2dx=\frac{FK_{xx}}{2}\int_0^l\left[\frac{4x-3l}{l^2}T_3+\frac{4l-8x}{l^2}T_4+\frac{4x-l}{l^2}T_5\right]^2dx=$$

$$=\frac{FK_{xx}}{6l}\left[7T_3^2+16T_4^2+7T_5^2-16T_3T_4+2T_3T_5-16T_4T_5\right] \tag{7}$$

Сырықтың үшінші (1/3) бөлігіне көшеміз. Сырықтың бұл ($2l \le x \le 3l = L$) учаскесінің бүйір беті толығымен жылудан оқшауландырылған. Толық жылу қуатының функционалы осы аймақ үшін сырық келесі түрге ие болады:

$$I_3 = \int_{V_3} \frac{K_{xx}}{2} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 dv \qquad (8)$$

Үшінші учаскеде сырықтың T_i, T_j және T_k мәндері тең: $T_i = T(x = l) = a \cdot l^2 + b \cdot l + C = T_5$; $T_j = T_6$; $T_k = T(x = L) = T_7$.

Мұнда T_5 және T_7 мәндері берілген деп саналады. Онда интеграл келесідегідей есептеледі:

$$I_3 = \int_{V_3} \frac{K_{xx}}{2} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 dv = F \int_0^l \frac{K_{xx}}{2} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 dx = \frac{FK_{xx}}{2} \int_0^l \left[\frac{4x-3l}{l^2} T_5 + \frac{4l-8x}{l^2} T_6 + \frac{4x-l}{l^2} T_7 \right]^2 dx =$$

$$= \frac{FK_{xx}}{6l} \left[7T_5^2 + 16T_6^2 + 7T_7^2 - 16T_5T_6 + 2T_5T_7 - 16T_6T_7 \right] \qquad (9)$$

Сол сияқты, өзектің ортасындағы (1/3) бөлігі үшін толық жылу қуаты функционалының өрнегін жаза аламыз, онда температураның таралу заңы $T(x) = ax^2 + bx + c$ формуламен берілген. Сырықтың бұл учаскесі үшін:

$T_i = T_3 = T(x = 0) = a \cdot 0 + b \cdot 0 + c = C$, $\quad T_j = T_4 = T(x = \frac{l}{2}) = \frac{al^2}{2} + \frac{bl}{2} + C$,

$T_k = T_5 = T(x = l) = a \cdot l^2 + b \cdot l + C.$

Онда зерттеліп отырған сырық үшін толық жылу қуатының функционалы келесі түрге ие:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \qquad (10)$$

Бірақ мұнда T_1, T_3, T_4, T_5 және T_7 мәндерінің белгілі екендігін ескеру керек. T_2 және T_6 ғана белгісіздер болып табылады. Сондықтан зерттеліп отырған сырықтың бойымен температураның таралу өрісін анықтау үшін T_2 және T_6 мәндерін табамыз. Сонымен қатар, табылған мәндер фундаменталды энергияның сақталу заңын қанағатандыру тиіс. Сондықтан T_2 және T_6 мәндерін анықтау үшін табиғи шекаралық шарттарды қанағаттандыратын тиісті рұқсат етілген теңдеулер жүйесін құру қажет. Толық жылу қуатының функционалын (10) азайтып T_2 және T_6 іздестірілетін айнымалылар бойынша теңдеу құрылады.

1) $\frac{\partial I}{\partial T_2} = 0 \Rightarrow \frac{FK_{xx}}{6l}(32T_2 - 16T_1 - 16T_3) = 0$.

Бұл жерден T_2 мәнін анықтаймыз:

$$T_2 = \frac{T_1 + T_3}{2}. \qquad (11)$$

Мұнда T_1 және T_3 мәндері - берілген. Сол сиятқты T_6 мәнін анықтаймыз.

2) $\frac{\partial I}{\partial T_6} = 0; \Rightarrow \frac{FK_{xx}}{6l}(32T_6 - 16T_5 - 16T_7) = 0$.

T_5 және T_7 мәндері берілгендіктен, соңғы теңдеуден T_6 мәнін оңай анықтаймыз:

$$T_6 = \frac{T_5 + T_7}{2} \ . \qquad (12)$$

Енді зерттеліп отырған сырық бойымен температураның таралу заңын анықтаймыз. Нақтырақ, сырықтың бірінші (1/3) бөлігінің ұзындығы бойымен температура өрісі мынадай үлгімен анықталады:

$$T^{(1)}(x) = \varphi_i(x)\cdot T_1 + \varphi_j(x)\cdot T_2 + \varphi_k(x)\cdot T_3 = \frac{(T_3 - T_1)}{l}\cdot x + T_1, \quad 0 \le x \le l \qquad (13)$$

Мұндағы айнымалы х зерттелетін өзектің бірінші (1/3) бөлігінің ұзындығы шегіндегі жергілікті координаттар жүйесіне жатады. Есептің шарты бойынша зерттелетін сырықтың екінші (1/3) бөлігінің ұзындығы бойымен температураның таралу заңы $T(x) = ax^2 + bx + c, \ 0 \le x \le l$ формула бойынша берілген болып саналады. Мұнда айнымалы х зерттелетін сырық ұзындығының екінші (1/3) бөлігінің ұзындығына байланған жергілікті координаттар жүйесінде өзгереді. Осы заңнан T_3, T_4 және T_5 мәндері оңай есептеледі.

$$\left.\begin{aligned} T_3 &= T(x=0) = a\cdot 0 + b\cdot 0 + c = C \\ T_4 &= T(x=\frac{l}{2}) = \frac{al^2}{2} + \frac{bl}{2} + C \end{aligned}\right\} \qquad (14)$$

Зерттелетін сырықтың үшінші (1/3) бөлігінің ұзындығы бойымен температураның таралу заңын анықтауға көшеміз.

$$T^{(3)}(x) = \varphi_i(x)\cdot T_5 + \varphi_j(x)\cdot T_6 + \varphi_k(x)\cdot T_7 = \frac{(T_7 - T_5)}{l}\cdot x + T_5, \quad 0 \le x \le l \qquad (15)$$

Осылайша, зерттелетін сырықтың әрбір бөлігінің ұзындығы бойымен температураның таралу заңын анықтау.

Егер бір жағы қатты бекітілген, екінші жағы бос болса, зерттелетін сырықтың термиялық ұзаруының шамасын есептеуге көшеміз.

Температуралық өрістің болуына байланысты сырықтың бірінші (1/3) бөлігі шамаға ұзарады:

$$\Delta l_{T1} = \int_0^l \alpha T^{(1)}(x)dx = \alpha \int_0^l \left[\left(\frac{T_3 - T_1}{l}\right)x + T_1\right]dx = \frac{\alpha l}{2}(T_3 - T_1), \ 0 \le x \le l \, . \qquad (16)$$

Сол сияқты сырықтың екінші (1/3) бөлігінің термиялық ұзару шамасы есептеледі

$$\Delta l_{T2} = \int_0^l \alpha T^{(2)}(x)dx = \alpha \int_0^l T(x)dx = \alpha \int_0^l (ax^2 + bx + c)dx = \alpha l\left[\frac{2al^2 + 3bl + 6c}{6}\right]. \qquad (17)$$

Енді сырықтың үшінші (1/3) бөлігінің ұзаруы шамасын анықтаймыз

$$\Delta l_{T3} = \int_0^l \alpha T^{(3)}(x)dx = \alpha \int_0^l \left[\left(\frac{T_7 - T_5}{l}\right)x + T_5\right]dx = \frac{\alpha l}{2}[T_7 + T_5]. \qquad (18)$$

Бұдан әрі (16-18) қолданып тұтастай сырықтың термиялық ұзаруының шамасын есептейміз

$$\Delta l_T = \Delta l_{T1} + \Delta l_{T2} + \Delta l_{T3} = \frac{\alpha l}{6}\left(3T_3 + 3T_1 + 2al^2 + 3bl + 6c + 3T_7 + 3T_5\right) \qquad (19)$$

Үшінші тапсырманы қарастырамыз. Сырықтың екі жағы да бекітілгендіктен, ол ұзартылмайды. Нәтижесінде сырықтың өсіне бағытталған термиялық күш пайда болады. Оның мәні деформациялардың үйлесімділігі жағдайымен анықталады

$$R = -\frac{\Delta l_T EF}{L} = -\frac{\alpha lEF}{6L}(3T_3 + 3T_1 + 2al^2 + 3bl + 6c + 3T_7 + 3T_5), \qquad (20)$$

мұнда $E\left[\frac{kG}{cm^2}\right]$- сырық материалының серпімділік модулі; $F\left[cm^2\right]$- сырықтың көлденең қимасының ауданы, ол ұзындығы бойынша тұрақты. Одан әрі, төртінші есепті қарастырайық – кернеудің қызусерпімді құраушысының таралу заңын анықтау. Ол Гук заңына сәйкес анықталады

$$\sigma(x) = \frac{R}{F} = -\frac{\alpha lE}{6L}(3T_3 + 3T_1 + 2al^2 + 3bl + 6c + 3T_7 + 3T_5). \qquad (21)$$

Бесінші есеп деформацияның қызусерпімді құраушы өрісін анықтаудан тұрады. Ол Гук заңы бойынша (14)-тен анықталады.

$$\varepsilon(x) = \frac{\sigma(x)}{E} = -\frac{\alpha l}{6L}(3T_1 + 3T_3 + 2al^2 + 3bl + 6c + 3T_5 + 3T_7). \qquad (22)$$

Алтыншы есеп. Деформацияның температуралық құраушы өрісін анықтау. Сырық ұзындығының бірінші (1/3) бөлігінің ұзындығы бойымен деформацияның температуралық құраушысының таралу заңы жылу оқшаулаудың жалпы заңдары негізінде былайша анықталады

$$\varepsilon_T^{(1)}(x) = -\alpha \cdot T^{(1)}(x) = -\alpha\left[\left(\frac{T_3 - T_1}{l}\right)x + T_1\right], \quad 0 \le x \le l. \qquad (23)$$

Сырық ұзындығының екінші (1/3) бөлігінің ұзындығы бойынша деформацияның температуралық құрамдас бөлігінің таралу заңы мынадай формула бойынша анықталады

$$\varepsilon_T^{(2)}(x) = -\alpha \cdot T^{(2)}(x) = -\alpha\left[ax^2 + bx + c\right], \quad 0 \le x \le l \qquad (24)$$

Соңында өзектің соңғы (1/3) бөлігінің ұзындығы бойынша деформацияның температуралық құрауышының таралу заңы (15)-тен анықталады:

$$\varepsilon_T^{(3)}(x) = -\alpha\left[\left(\frac{T_7 - T_5}{l}\right)x + T_5\right], \quad 0 \le x \le l. \qquad (25)$$

Жетінші есеп (23-25) негізінде және Гук заңына сәйкес кернеудің температуралық құраушы таралу заңын анықтау болып табылады

$$\begin{cases} \sigma_T^{(1)}(x) = E \cdot \varepsilon_T^{(1)}(x) = -\alpha E\left[\left(\frac{T_3 - T_1}{l}\right)x + T_1\right] \\ \sigma_T^{(2)}(x) = E \cdot \varepsilon_T^{(2)}(x) = -\alpha E\left[ax^2 + bx + c\right] \\ \sigma_T^{(3)}(x) = E \cdot \varepsilon_T^{(3)}(x) = -\alpha E\left[\left(\frac{T_7 - T_5}{l}\right)x + T_5\right] \end{cases} \quad 0 \le x \le l. \qquad (26)$$

Сегізінші есеп сырықтың үш учаскесінің ұзындығы бойынша қатты құраушы деформация өрісін анықтау болып табылады. Олар (23-25)-тен және қызусерпімділіктің негізгі қатынасына сәйкес анықталады

$$\begin{cases} \varepsilon_x^{(1)}(x) = \varepsilon \cdot \varepsilon_T^{(1)}(x) = -\dfrac{\alpha l}{6L}(3T_1 + 3T_3 + 2al^2 + 3bl + \\ + 6c + 3T_5 + 3T_7) + \alpha\left[\left(\dfrac{T_3 - T_1}{l}\right)x + T_1\right] \\ \varepsilon_x^{(2)}(x) = \varepsilon \cdot \varepsilon_T^{(2)}(x) = -\dfrac{\alpha l}{6L}(3T_1 + 3T_3 + 2al^2 + 3bl + \\ + 6c + 3T_5 + 3T_7) + \alpha\left[ax^2 + bx + c\right] \\ \varepsilon_x^{(1)}(x) = \varepsilon \cdot \varepsilon_T^{(1)}(x) = -\dfrac{\alpha l}{6L}(3T_1 + 3T_3 + 2al^2 + 3bl + \\ + 6c + 3T_5 + 3T_7) + \alpha\left[\left(\dfrac{T_7 - T_5}{l}\right)x + T_5\right] \end{cases}, 0 \le x \le l. \qquad (27)$$

Тоғызыншы есеп заңның анықтамасына байланысты, ол сырықтың үш учаскесінде кернеудің серпімді құраушысының таралу заңын анықтау. Олар (27) және Гук Заңына сәйкес анықталады

$$\begin{cases} \sigma_x^{(1)}(x) = E \cdot \varepsilon_T^{(1)}(x) = -\dfrac{\alpha lE}{6L}(3T_1 + 3T_3 + 2al^2 + 3bl + \\ + 6c + 3T_5 + 3T_7) + \alpha E\left[\left(\dfrac{T_3 - T_1}{l}\right)x + T_1\right] \\ \sigma_x^{(2)}(x) = E \cdot \varepsilon_x^{(2)}(x) = -\dfrac{\alpha lE}{6L}(3T_1 + 3T_3 + 2al^2 + 3bl + \\ + 6c + 3T_5 + 3T_7) + \alpha E\left[ax^2 + bx + c\right] \\ \sigma_x^{(3)}(x) = E \cdot \varepsilon_x^{(3)}(x) = -\dfrac{\alpha lE}{6L}(3T_1 + 3T_3 + 2al^2 + 3bl + \\ + 6c + 3T_5 + 3T_7) + \alpha E\left[\left(\dfrac{T_7 - T_5}{l}\right)x + T_5\right] \end{cases}, \ 0 \le x \le l. \qquad (28)$$

Соңында онынші есепті шешеміз – орын ауыстырудың серпімді құрамдас өрісін $U(x)$ анықтау. Ол серпімділік теориясының жалпы арақатынасы және (28) негізінде анықталады. Атап айтқанда, сырықтың бірінші (1/3) учаскесінің ұзындығы бойымен орын ауыстырудың серпімді құраушысының таралу заңы серпімділік теориясындағы Коши қатынасынан анықталады.

$\varepsilon_x(x) = \dfrac{\partial u}{\partial x}$, мұндағы $U = U(x)$ орын ауыстырулар өрісі.

Сонда бізде

$$U^{(1)}(x) = \int \varepsilon_x^{(1)}(x)dx + C_1 \qquad (29)$$

мұнда C_1-мәні сырықтың сол жақ шетінің бекітілу жағдайынан анықталатын тұрақты интегралдау, яғни $U^{(1)}(x=0) = 0.$ Онда (27) және (29) қатынасын қолдана отырып, алатынымыз

$$U^{(1)}(x) = \int \varepsilon_x^{(1)}(x)dx =$$

$$-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)x+\alpha\left[\left(\frac{T_3-T_1}{l}\right)\frac{x^2}{2}+T_1x\right]+C_1 \qquad (30)$$

Бұл өрнектен шығатыны $U^{(1)}(x=0)=0.$ Бұдан $C_1=0.$ Сонда (30) С=0 сырықтың бірінші (1/3) бөлігінің ұзындығы бойынша орын ауыстыру серпімді құрауыштың таралу заңын аламыз

$$U^{(1)}(x)=-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)x+\alpha\left[\left(\frac{T_3-T_1}{l}\right)\frac{x^2}{2}+T_1x\right],0\le x\le l \qquad (31)$$

Мұнда $U^{(1)}(x=l)$ мәнін есептейміз $U^{(1)}(x=l).$

$$U^{(1)}(x=l)=-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)l+\frac{\alpha l}{2}(T_1+T_3),\ \ 0\le x\le l \qquad (32)$$

Енді сырықтың екінші (1/3) бөлігінде орын ауыстырудың серпімді құраушысының таралу өрісін анықтаймыз. Серпімділік теориясындағы Коши қатынасына сәйкес келесідей анықталады

$$U^{(2)}(x)=\int\varepsilon_x^{(2)}(x)dx+C_2 \qquad (33)$$

мұндағы C_2- мәні өзектің бірінші (1/3) бөлігінен екінші (1/3) бөлігіне өту кезінде орын ауыстыру өрісінің үздіксіздік жағдайынан анықталатын тұрақты интегралдау. (27)-ден екінші қатынасты (33)-ке қойғанда шығатыны:

$$U^{(1)}(x)=\int\left[-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)+\alpha(ax^2+bx+c)\right]dx+C_2=$$
$$=-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)x+\alpha\left(\frac{ax^3}{3}+\frac{bx^2}{2}+cx\right)+C_2 \qquad (34)$$

Енді бір дискретті элементтен көрші элементке көшкен кезде үздіксіздік жағдайынан C_2 мәнін анықтаймыз. Бұл шарт түрі:

$$U^{(2)}(x=0)=U^{(1)}(x=l). \qquad (35)$$

Онда (34-35)-тен мәні C_2 анықталады.

$$C_2=U^{(1)}(x=l)=-\frac{\alpha l^2}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)+\frac{\alpha l}{2}(T_3+T_1). \qquad (36)$$

(36) → (34) қойғанда, сырықтың екінші (1/3) бөлігінің ұзындығы бойынша орын ауыстырудың серпімді құраушысының таралу заңын анықтаймыз

$$U^{(2)}(x)=-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)x+\alpha\left(\frac{ax^3}{3}+\frac{bx^2}{2}+cx\right)+$$
$$+\frac{\alpha l}{2}(T_3+T_1)-\frac{\alpha l^2}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7),\quad 0\le x\le l. \qquad (37)$$

Енді $U^{(2)}(x=l)$ есептейміз.

$$U^{(2)}(x=l)=-\frac{\alpha l^2}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)+\alpha l\left(\frac{2al^2+3bl+6c}{6}\right)+\frac{\alpha l}{2}(T_1+T_3) \quad (38)$$

Сырықтың үшінші (1/3) учаскесінің ұзындығы бойымен серпімді кернеудің таралу заңын анықтаймыз. Ол (27) өрнектің үшінші арақатынасына және қызусерпімділіктің жалпы заңдарына сәйкес анықталады

$$U^{(3)}(x)=\int\varepsilon_x^{(3)}(x)dx+C_3=\int\left[-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)\right]+$$
$$+\alpha\left[\left(\frac{T_7-T_5}{l}\right)x+T_5\right]dx+C_3=-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)x+$$
$$+\alpha\left[\left(\frac{T_7-T_5}{l}\right)\frac{x^2}{2}+T_5x\right]+C_3 \quad (39)$$

Мұнда C_3- тұрақты интегралдау. Оның мәні екінші элементтен үшінші элементке ауысқан кезде $U(x)$ үздіксіз жылжыту шарттарынан анықталады. Атап айтқанда $U^{(3)}(x=0)=U^{(2)}(x=l)$. Сонда (38-39) алатынымыз

$$C_3=-\frac{\alpha l^2}{3L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)+\alpha l\left(\frac{2al^2+3bl+6c}{6}\right)+\frac{\alpha l}{2}(T_1+T_3). \quad (40)$$

Онда (40) → (39) қойғанда, сырықтың үшінші (1/3) бөлігінің ұзындығы бойынша орын ауыстырудың серпімді құраушысының таралу заңын анықтаймыз

$$U^{(3)}(x)=-\frac{\alpha l}{6L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)x+\alpha\left[\left(\frac{T_7-T_5}{l}\right)\frac{x^2}{2}+T_5x\right]-$$
$$-\frac{\alpha l^2}{3L}(3T_1+3T_3+2al^2+3bl+6c+3T_5+3T_7)+\alpha l\left(\frac{2al^2+3bl+6c}{6}\right)+\frac{\alpha l}{2}(T_1+T_3),\ 0\le x\le l \quad (41)$$

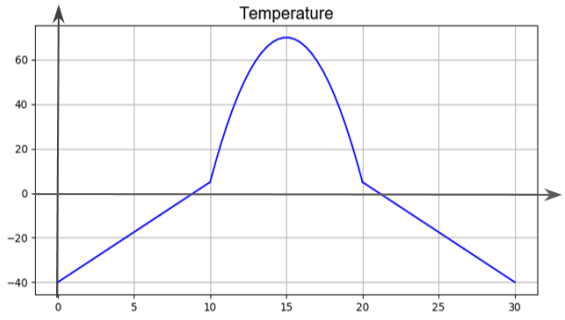
4. Бастапқы нақты деректер кезінде сандық есептерді шешу.

Келесі бастапқы деректермен есепті қарастырамыз:

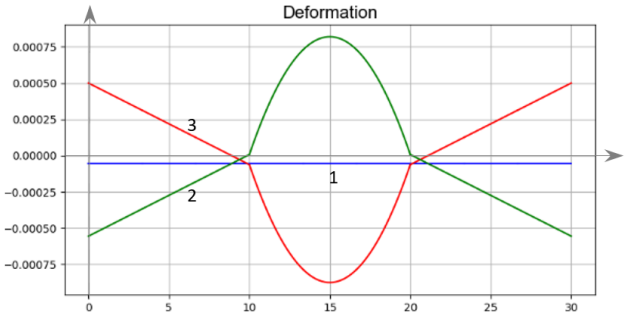
L	l	T_1	T_7	$T(x)=ax^2+bx+c$	K_{xx}	E	α
30 см	10 см	-40^0C	-40^0C	$-2.6x^2+26x+5$	$100\frac{watt}{sm\cdot^0C}$	$2\cdot10^6\frac{kG}{sm^2}$	$0{,}0000125\frac{1}{^0C}$

Бұл бастапқы деректерде тораптық температура мәні келесідей болады:

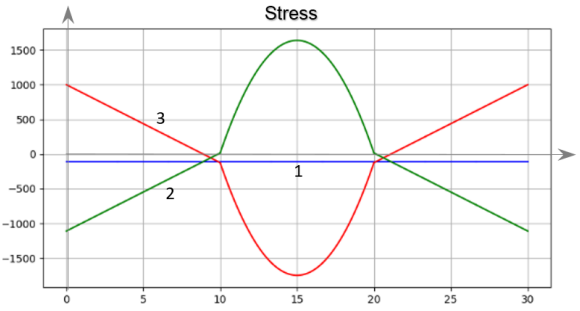
$x=0$	$\frac{l}{6}$	$\frac{l}{3}$	$\frac{l}{2}$	$\frac{2l}{3}$	$\frac{5l}{6}$	l	$\frac{7l}{6}$	$\frac{4l}{3}$	$\frac{3l}{2}$	$\frac{5l}{3}$	$\frac{11l}{6}$	$2l$	$\frac{13l}{6}$	$\frac{7l}{3}$	$\frac{5l}{2}$	$\frac{8l}{3}$	$\frac{17l}{6}$	$3l$
-40ºC	-32.5ºC	-25ºC	-17.5ºC	-10ºC	-2.5ºC	5ºC	41.1ºC	62.7ºC	70ºC	62.7ºC	41.1ºC	5ºC	-2.5ºC	-10ºC	-17.5ºC	-25ºC	-32.5ºC	-40ºC



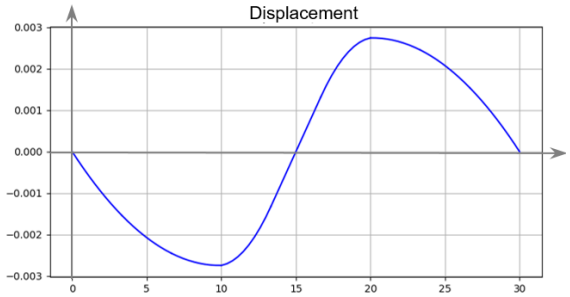
2-сурет. Т температурасының сырық ұзындығы бойынша тәуелділігі



3-сурет. Сырық ұзындығы бойынша деформацияның тәуелділігі $1-\varepsilon(x);\ 3-\varepsilon_x(x);\ 2-\varepsilon_T(x)$



4-сурет. Сырық ұзындығы бойынша кернеудің тәуелділігі $1-\sigma(x);\ 3-\sigma_x(x);\ \ 2-\sigma_T(x)$



5-сурет. Сырық ұзындығы бойынша орын ауыстыру тәуелділігі

Бұл нәтижелерден байқайтынымыз зерттелетін сырықтың ортасына қатысты есептің симметриялығына байланысты алынған нәтижелер де симметриялы болып табылады. Қарастырылып отырған сырықтың ұзындығы бойымен температураның таралу заңы 2-суретте көрсетілген. Температураның мұндай таралуында зерттелетін сырықтың ұзаруының шамасы бір шеті бекітілген жағдайда, ал екіншісі бос $\Delta l_T = \int_0^L \alpha T(x)dx = 0.001667$ см тең болады. Сырықтың екі шеті бекітілген жағдайда, ол ұзаруы және қысқаруы мүмкін емес. Осыған байланысты онда өстік күш пайда болады. Біздің жағдайда пайда болатын күштің шамасы $R = -\frac{E\cdot F\cdot \Delta l_T}{L} = -349{,}066\ kG$ тең болады. Ол сығушы сипатқа ие.

Қызусерпімді құрауыштарының, температураның және деформацияның серпімді құрауыштарының таралу заңы 3-суретте көрсетілген. Суретте байқалғандай, қарастырылып отырған сырықтың ұзындығы бойымен деформацияның қызусерпімді құраушысы тұрақты шамаға ие болады $\varepsilon(x) = -0.00005$ және сығу сипатында болады. Сол уақытта $0 \le x \le 0.24$ см учаскеде деформацияның серпімді құраушысының таралу заңы сығушы, бірақ монотонды кемімелі болып табылады. Бұл учаскеде ол қатаң сызықтық сипатқа ие. Ал, $0.24 \le x \le 10$ учаскесінде де сызықтық сипатта, бірақ монотонды өспелі. Айта кету керек, $\varepsilon_x(x)$ бұл учаскеде созылатын сипатқа ие. $x \in [l \div 2l]$ учаскесінде деформацияның температуралық құрауышының таралу формасы жоғарығы қарай дөңес пароболалық пішінге ие. Бұл учаскеде ол созылатын сипатқа ие. Оның ең үлкен мәні зерттелетін сырықтың ортасына жетеді. $10 \le x \le 20{,}76$ см учаскедегі $\varepsilon_x(x)$ таралу өрісі созылу сипатындағы монотонды кемімелі сызықтық сипатқа ие. Одан әрі қарай $20{,}76 \le x \le 30$ см учаскесінде $\varepsilon_x(x)$ сызықтық кемімелі, бірақ сығушы сипатқа ие. Енді зерттелетін сырықтың ұзындығы бойынша $\varepsilon_T(x)$ деформацияның температуралық құрауышының таралу заңын талдауға көшеміз.

$0 \le x \le l = 10$ см учаскесінде $\varepsilon_T(x)$ әрекеті созылғыш монотонды-сызықты кемиді. $(l = 10см) \le x \le (2l = 20см)$ учаскесінде формасы төменге қарай дөңес пароболалық пішінге ие.

Сырықтың $(2l = 20см) \le x \le (L = 30см)$ учаскесінде $\varepsilon_T(x)$ әрекеті созылғыш және монотонды сызықты өседі. Сырықтың ($0 \le x \le l = 10$ см) және $(2l = 20см) \le x \le (L = 30см)$ учаскелірінде $\varepsilon_x(x)$ және $\varepsilon_T(x)$ сызықты сипаты, сырықтардың осы учаскелерінің бүйір беттерінің жылу оқшауланғандығына байланысты. Бұдан басқа, $\varepsilon_x(x)$ нысаны $\varepsilon_T(x)$ айналы көрініс болып табылатыны анықталды. $\varepsilon(x)$ тұрақты мәні оның ұзындығы бойымен зерттелетін сырықтың көлденең қимасының тұрақты ауданына байланысты. Үш құраушы кернеудің таралу заңы 4-суретте келтірілген. Кернеудің үш құраушы әрекеті тиісті деформацияларға ұқсас. Мұнда тепе-теңдік коэффициенті – сырық материалының серпімділік модулі. 3-суретте зерттелетін сырықтың ұзындығы бойымен орын ауыстырудың таралу заңы көрсетілген. Суреттен $0 < x < \frac{3l}{2} = 15см$ учаскесіндегі сырықтың қималары оңнан солға қарай жылжитындығын көруге болады, яғни х өсінің бағытына қарсы. Бұл процесс сырықтың ортасында ең жоғарғы температураның болуымен байланысты. Бұл ретте орын ауыстырудың ең үлкен теріс амплитудасы координатасы $x = l = 10$ см өзектің қимасына сәйкес келеді. Керісінше, сырық учаскесінің ($\frac{3l}{2} < x < L$) барлық қималары х осінің бағыты бойынша қозғалады және ең үлкен амплитуда координатасы $x = 2l = 20$ см сырықтың қимасына сәйкес келеді. Жоғарыда ұсынылған әдістер мен алгоритмдерді іске асыру заманауи Python бағдарламалау тілінде әзірленген қолданбалы бағдарламалар пакеті түрінде жүзеге асырылды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Энергияның сақталу заңына негізделген әдістер мен есептеу алгоритмдерін қолдану қолданбалы инженерлік есептер класын жоғары дәлдікпен шешуге мүмкіндік береді. Әзірленген бағдарламалар жергілікті жылу оқшаулағыштардың болуын және олардың шеттерін бекіту жағдайларын ескере отырып, жергілікті жылу көздерінің әр текті түрлерінің бір мезгілде әсер етуі кезінде шектеулі ұзындықтағы сырық түрінде стратегиялық конструкциялардың негізгі элементтерінің қалыптасқан қызу-кернеулі-деформацияланған жай-күйін сандық түрде зерттеуге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Timoshenko S., Goodyear J. N. Theory of Elasticity. – McGRAW-Hill. Book. Company. Inc., 1987. – 567 p.

[2] Khalid S. SHIBIB , Mohammed A. MINSHID, and Nebras E. Alattar: Thermal And Stress Analysis In Nd:Yag Laser Rod With Different Double End Pumping Methods. Thermal Science, Year 2011, Vol. 15, Suppl. 2, pp. S399-S407

[3] Daryl L. Logan. A First Course in the Finite Element Method, CENGAGE Learning 2012. P. 727-764

[4] KudaykulovA.,Tashev, A.A., Askarova, A.A computational algorithm and the method of determining the temperature field along the length of the rod of variable cross section //Open Engineering, 8(1), 2018. – P . 170-175.

[5] KudaykulovA.,Zhumadillayeva A. Numerical simulation of temperature distribution field in beam bulk in the simultaneous presens of heat insulation, heat flux and heat exchange // Actaphysicapolonica A, 2016. – P. 335-336.

[6] KHALID S SHIBIB∗, MAYADA M TAHIR and HAQI I QATTA. Analytical model of transient temperature and thermal stress in continuous wave double-end-pumped laser rod: Thermal stress minimization study. Indian Academy of Sciences. PRAMANA- journal of physics. Vol. 79, No. 2 August 2012 pp. 287–297

*[7] **Yusuf Orçan. Thermal stresses in a heat generating elastic-plastic cylinder with free ends.** International Journal of Engineering Science. Volume 32, Issue 6**, June 1994, Pages 883-898***

[8] V.I. Andreev & R.A. Turusov. Nonlinear modeling of the kinetics of thermal stresses in polymer rods. Advanced Materials and Structural Engineering – Hu (Ed.) 2016 Tailor & Francis Group, London

[9]** Y. I. Nyashin, V. Y. Kiryukhin, F. Ziegler **CONTROL OF THERMAL STRESS AND STRAIN. Journal of Thermal Stresses.** Volume 23, Issue 4, **30 Nov 2000, Pages 309-326

[10] K.K. Gornostaev, A.V. Kovalev, Y.V. Malygina, Stress–strain state in an elastoplastic pipe taking into account the temperature and compressibility of the material. Journal of Physics: Conf. Series 973 (2018)

[11] L. Segerlind, *Applied Finite Element Analysis* (John Wilei & Sons, Inc., New York, Chichester, 1985).

[12] *Dr. Ibrahim Assakkaf.* RODS: THERMAL STRESS AND STRESS CONCENTRATION. Department of Civil & Environmental Engineering

[13] B.F. Shorr, Thermal Integrity in Mechanics and Engineering, Foundations of Thermoelasticity, Pages 33-55, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

[14] O. C. Zienkiewicz and K. Morgan, *Finite Elements & Approximation* (John Wilei & Sons, Inc., New York, 1983)

[15] Zienkiewicz O.C, Taylor RL (2000) The finite element method, 5th edn. Butterworth-Heinemann, Oxford

А.Кудайкулов, М.Калимолдаев, А.Ташев, К.Бегалиева, М.Аршидинова

Алгоритм исследования термо-механического состояния стержня при одновременном наличии локальных температур и теплоизоляции.

Резюме. Рассматривается однородный изотропный стержень ограниченной длины и постоянного поперечного сечения. На двух концах стержня заданы отрицательные температуры. Стержень разбит на три одинаковой части. Боковая поверхность первой и третьей части стержня теплоизолирована. На боковой поверхности серединной (1/3) части стержня подведена температура, которая меняется по длине этого участка нелинейном. Для исследования возникающего установившегося термо-напряженно-деформированного состояния предлагается вычислительный алгоритм, основанный на фундаментальном законе сохранения энергии – температура аппроксимируется квадратичными сплайн функциями. Определяется закон распределения температуры по длине стержня, по котором вычисляется величина удлинения стержня, для случай когда один конец стержня жестко-защемлен, а другой свободен. В случае защемления двух концов стержня вычисляется величина возникающего осевого усилия. В этом случае так же определяются поля распределения термоупругих, температурных и упругих составляющих деформаций и напряжений. Пользуясь законом распределения упругой составляющей деформаций и свойством непрерывности поле перемещения по всей длине исследуемого стержня определяется закон распределения перемещения по длине стержня.

Ключевые слова: Отрицательная температура, переменная температура, локальная теплоизоляция, квадратичная сплайн функция, термическое удлинение, осевая сила, термо-упругая, температурная упругая деформация, напряжение, перемещение.

УДК 504.03

A. Sametova, T. Mazakov, A. Salimkhanova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: sametova_aygerim@mail.ru)

MONITORING THE DEVELOPMENT OF FOREST AND STEPPE FIRES

Abstract. The problem of emergency prevention and response remains highly relevant. Emergencies caused by earthquakes, floods, mudflows, hurricanes, forest fires, in the technogenic sphere - radiation and transport accidents, accidents associated with the release of chemically and biologically hazardous substances, explosions, fires, hydrodynamic accidents, are the most dangerous in the natural sphere. on communal energy systems. Currently, methods for monitoring forest fires are not effective enough to optimally control this.

Currently, forest fire monitoring methods are not effective enough to optimally control this. To help fix this, we want to develop a real-time monitoring and modeling system for forest fires. This system can influence the process of forecasting the spread of fires, which will lead to a reduction in environmental damage, increased safety and significant cost savings. The final system is able to find fire hotspots, predict where the fire will spread over time, detect fires.

Key words: fire, forest fire, steppe fires, forest fire monitoring, steppe fire monitoring, monitoring.

А. А. Саметова, Т. Ж. Мазаков, А.С. Салимханова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби
e-mail: sametova_aygerim@mail.ru)

МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ И СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация. Проблема предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций остается весьма актуальной. Наибольшую опасность в природной сфере представляют возникающие чрезвычайные ситуации, обусловленные землетрясениями, наводнениями, селями, ураганами, лесными пожарами, в техногенной сфере - радиационными и транспортными авариями, авариями, связанными с выбросом химически и биологически опасных веществ, взрывами, пожарами, гидродинамическими авариями, авариями на системах коммунально-энергетического хозяйства.

В настоящее время методы мониторинга лесных пожаров недостаточно эффективны, чтобы оптимально контролировать это. Чтобы исправить это, мы хотим разработать систему мониторинга и моделирования лесных пожаров в режиме реального времени. Эта система может влиять на процесс прогнозирования распространения пожаров, что приведет к снижению ущерба окружающей среде, повышению безопасности и значительной экономии средств. Финальная система способна находить горячие точки, предсказывать, где огонь будет распространяться с течением времени, обнаруживать пожары.

Ключевые слова: пожар, лесной пожар, степные пожары, мониторинг лесных пожаров, мониторинг степных пожаров, мониторинг.

Введение

Проблема предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций остается весьма актуальной. Наибольшую опасность в природной сфере представляют возникающие чрезвычайные ситуации, обусловленные землетрясениями, наводнениями, селями, ураганами, лесными пожарами, в техногенной сфере - радиационными и транспортными авариями, авариями, связанными с выбросом химически и биологически опасных веществ, взрывами, пожарами, гидродинамическими авариями, авариями на системах коммунально-энергетического хозяйства.

В «Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы», одобренной Указом Президента Республики Казахстан от 3 декабря 2003 года N 1241, в качестве Основной задачи экологической безопасности отмечено «предупреждение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Лесные пожары причиняют большой ущерб. С ростом населения они становятся все более опасным явлением, а борьба с ними становится государственной проблемой не только в Казахстане, но и в других государствах. Не эффективные меры, по тушению огня, способствуют распространению пожаров на огромной площади и делают их чрезвычайно опасными для жизни человека.

Лесные пожары являются мощным природным и антропогенным фактором, существенно изменяющим функционирование и состояние лесов. Они наносят огромный урон экологии, для восстановления леса требуется несколько десятков лет и несколько поколений лесничих. Для Казахстана степные пожары наносят большой вред окружающей среде, кормовой базе животноводческих хозяйств. Но наибольшую опасность представляет угроза населенным пунктам, когда степной пожар может стать причиной смерти людей. Реальный экономический ущерб от пожара складывается не только из урона нанесенного природе, промышленным и сельскохозяйственным объектам, но и из затрат связанных непосредственно с тушением. В этой связи необходимо принятие мер для быстрого обнаружения пожара, определения направления распространения и ликвидации.

Для оценки экологической безопасности региона необходим анализ больших объемов разнородной информации, несогласованность целей различных государственных органов. Решение таких задач невозможно без использования современных информационных систем поддержки принятия решений.

Причины возникновения природных пожаров

Лесными массивами в Казахстане покрыто всего лишь 4% территории страны. Поэтому любой крупный пожар на территории государственного лесного фонда превращается в настоящее бедствие. Восстанавливаются леса, особенно хвойные, очень долго – как правило несколько десятков лет, окружающей среде наносится непоправимый ущерб, а государство несёт серьезные материальные издержки.

Причины их возникновения самые разные. Большинство происходит по естественным причинам: во многих случаях лес горел из-за так называемых сухих гроз, когда деревья вспыхивают от ударов молний.

На втором месте человеческий фактор: в результате неосторожного обращения с огнём. По одному в результате сельскохозяйственных палов (выжигание сухой травы для расчистки пастбищ) и по вине заготовителей древесины. Остальная часть пожаров возникает по невыясненным причинам.

Крупных пожаров было семь. Самый обширный из них произошёл 18 апреля на территории государственного природного резервата "Ертыс Орманы". Его площадь составила 1 030,22 гектара. На территориях Мойынкумского и Коскудукского КГУ огонь распространился на площади 5 357 гектаров, в Жуалинском и Байзакском КГУ пожары поглотили 3 750 гектаров. Лес горел также в ГНПП "Бурабай", в ГЛПР "Семей Орманы", на территориях Кенеского и Красноборского КГУ.

По сравнению с уровнем прошлого года количество лесных пожаров с начала 2019 года увеличилось в 1,8 раза (с 277 случаев до 499), при этом площади лесных пожаров уменьшились в 1,8 раза (с 117 266,5 га до 65 437 га).

Главными факторами, определяющими эффективность борьбы с природными пожарами, являются оперативность обнаружения и своевременность подавления их очагов, особенно на ранних стадиях.

Необходимо создание единой системы мониторинга и прогнозирования возникновения степных пожаров, существующей и работающей в едином информационном пространстве. Это позволит разработать возможные сценарии (модели возникновения и развития экстремальной обстановки) и обосновать наиболее эффективные способы и меры борьбы со степными пожарами, что приведет к

снижению масштабов их последствий. Для принятия эффективных решений в области предупреждения и ликвидации степных пожаров, необходимо владеть соответствующей информацией. Мониторинг, в широком смысле, - деятельность по наблюдению (слежению) за определенными объектами или явлениями, позволяет владеть данной информацией. Под мониторингом пожарной и экологической безопасности предлагается понимать систему контроля и регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени:

- за показателями обстановки с пожарами;
- факторами, обусловливающими формирование и развитие пожарных и экологических рисков;
- своевременной разработкой и реализацией мероприятий по снижению риска пожаров;
- эффективностью проводимых по определенной программе профилактических мероприятий по снижению риска пожаров и наносимого ими материального и экологического ущерба.

При проведении мониторинга степных пожаров должен действовать принцип непрерывности наблюдения за состоянием объекта с учетом фактического состояния и тенденций изменения обстановки с пожарами, а также действия различных факторов. Необходимо также соответствующее методическое, организационное, информационное и техническое обеспечение проведения мониторинга. Из предложенного выше определения мониторинга пожарной и экологической безопасности следует, что его целями являются своевременное выявление факторов, влияющих на обстановку степных пожаров и характер ее развития, выработка управленческих решений и принятие мер по предотвращению пожаров и снижению наносимого ими ущерба. С учетом этого основными задачами системы мониторинга должны быть:

- оперативный сбор информации об обстановке с пожарами;
- обработка и анализ информации, оценка обстановки с пожарами;
- прогнозирование параметров обстановки с пожарами на основе оперативной фактической информации и прогнозных данных;
- выявление тенденций и направлений изменения показателей обстановки с пожарами (разработка сценариев развития ситуации);
- прогнозирование последствий воздействия различных факторов на СОПБ региона (главным образом на подсистемы предупреждения пожаров и противопожарной защиты), а также на состояние пожарной безопасности объектов производственного и социального назначения;
- создание специализированных информационных систем, статических данных о пожарах, а также других средств программного обеспечения;

Мониторинговые системы должны обеспечивать постоянное наблюдение за явлениями и процессами, происходящими в природе и техносфере, для предвидения нарастающих угроз для человека и среды его обитания. Главной целью мониторинга является предоставление данных для точного и достоверного прогноза чрезвычайных ситуаций на основе объединения интеллектуальных, информационных и технологических возможностей различных ведомств и организаций, занимающихся наблюдением за отдельными видами опасностей. Мониторинговая информация служит основой для прогнозирования.

Прогнозирование является основой предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В режиме повседневной деятельности прогнозируется возможность возникновения таких ситуаций: их место, время и интенсивность, возможные масштабы и другие характеристики. При возникновении чрезвычайной ситуации прогнозируется возможное развитие обстановки, эффективность тех или иных мер по ликвидации ситуации, необходимый состав сил и средств. Наиболее важным является прогноз вероятности возникновения чрезвычайной ситуации. Его результаты могут быть наиболее эффективно использованы для предотвращения многих аварий и катастроф, а также некоторых природных бедствий.

Для обеспечения мониторинга окружающей среды все активнее внедряются автоматизированные информационные системы, основанные на математическом моделировании. Исследованию проблем оценки последствий наводнений и лесных пожаров посвящены следующие работы российских ученых [1-3], в том числе диссертации [4-5].

Ускоренное развитие электроники дало возможность разработки различных датчиков с возможностью передачи данных через интернет или спутниковую связь, обработки, поступающих данных на основе микропроцессорной техники в реальном времени [6].

Методы. При решении поставленных задач будут использованы: теория автоматического управления, методы интервального анализа, теория распознавания образов, методы статистической обработки данных, метод анализа иерархии, теория управления. Объектом исследования являются

системы мониторинга окружающей среды. Предметом исследования данной работы являются математические модели оценки последствий наводнений, лесных и степных пожаров. Средством исследования являются математические модели и теории: математическая теория управления, теория принятия решений, методы обработки данных, интервальный анализ, СУБД, современные системы проектирования и разработки информационных систем.

Система мониторинга и моделирования пожаров может быть разбита на три основные подсистемы. Эти подсистемы могут быть идентифицированы как система сбора данных, система центра управления и система реагирования. Функциональные возможности каждой подсистемы показаны на рисунке 1.

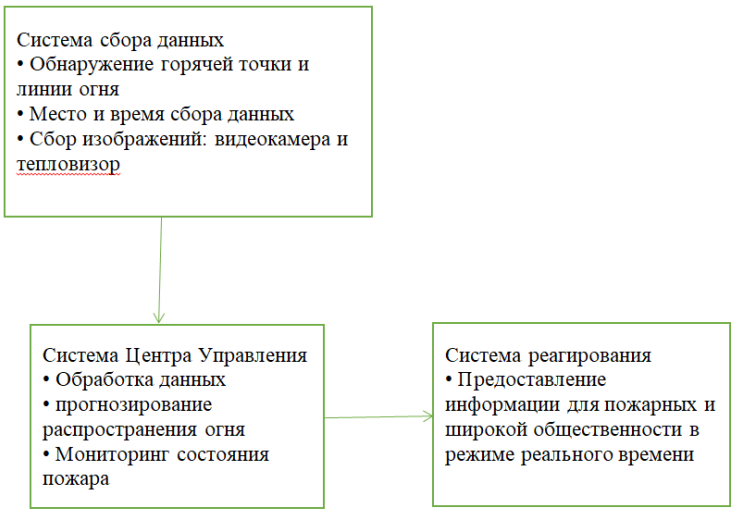


Рис. 1. Функциональные возможности подсистемы

Система сбора данных включает в себя приемник инерциальных измерительных блоков GPS с широкой областью и тепловизионную камеру. Данные используются для географической привязки тепловых изображений. Использование тепловизионной камеры, которая измеряет тепло, излучаемое в виде инфракрасного излучения, позволяет заблаговременно обнаружить и локализовать лесные пожары, которые не могут быть обнаружены человеческим глазом. Камера также обеспечивает точные изображения огня в условиях ограниченной видимости из-за тумана, дыма или темноты. Система сбора данных в режиме реального времени, предназначенная для загрузки этих данных в режиме реального времени на интернет-сайт, в достаточной степени поможет менеджерам пожарной охраны эффективно определять, где распределять ресурсы, и быстро обнаруживать, где находятся скрытые тлеющие пожары. Точность, полученная с помощью этой системы, облегчает получение точных отчетов о местоположении, размере и направлении пожара.

Система центра управления размещает веб-страницу. У него много обязанностей. Первой из трех основных обязанностей является обработка всей информации, получаемой системой сбора данных. Вторая обязанность заключается в выполнении функций пожарного поведения. Последняя основная ответственность - отображение информации о состоянии пожара.

Последняя подсистема, система реагирования, позволяет отображать результаты системы центра управления пользователю. Эта система позволяет пользователю системы просматривать результаты, полученные из системы центра управления.

Заключение.

В последнее время широкое распространение получили системы мониторинга, основанные на ГИС-технологии, которые помогают ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений, обеспечивают представление результатов анализа в наглядном и удобном для восприятия виде.

Научная значимость данного проекта заключается, прежде всего, в построении математических моделей последствий наводнений и степных пожаров, их исследовании и программной реализации.

Практическая значимость состоит в разработке системы, обеспечивающей текущей и прогнозной информацией, способствующей правильности принятия решений на территориальном или

республиканском уровне. В систему мониторинга пожарной безопасности целесообразно включать систему экологической безопасности. В систему мониторинга состояния пожарной и экологической безопасности включить подсистемы: управления, обработки и хранения информации; анализа и оценки информации; прогнозирования. Предлагаемая система мониторинга обеспечивает решение всех указанных выше задач.

«Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05131027 «Разработка биометрических методов и средств защиты информации».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Доррер Г.А. Динамика лесных пожаров. – Новосибирск: СО РАН, 2008. – 404 с.

[2] Ольховик О.В., Петрикин А.А., Богуславский И.В. Концепция разработки системы поддержки принятия решений в условиях чрезвычайной ситуации //Вестник ДГТУ. – 2010, том 10. – № 3(46). – С.350-354.

[3] Голованов А.Н., Якимов А.С., Абрамовских А.А., Суков Я.Р. О математическом моделировании процессов зажигания и тления торфа //Теплофизика и аэромеханика. – 2008, том 15. – № 4. – С.699-710.

[4] Перминов В.А. Математическое моделирование возникновения верховых и массовых лесных пожаров //Автореферат доктор.физ.-мат.наук, Томск, 2010.

[5] Гугушвили И.В. Совершенствование методов расчета параметров движения волны прорыва по речной долине //Автореферат канд.техн.наук, Москва, 2011.

[6] Шарапов В.М. и др. Датчики. - М.: Техносфера, 2012. -624 с.

Саметова А. А., Мазаков Т. Ж., Салимханова А.С.

Орман және дала өрттерінің дамуын бақылау

Түйіндеме. Төтенше жағдайлардың алдын алу және оларды жою проблемасы өзекті болып қала береді. Жер сілкінісі мен су тасқыны, сел, дауыл, орман өрттері, сонымен қатар техногендік саладағы төтенше жағдайлар - радиациялық және көліктік авариялар, химиялық және биологиялық қауіпті заттардың, жарылыстардың, өрттің шығуына байланысты апаттар табиғи саладағы ең үлкен қауіпті құрайды. Орман өрттерін жоспарлау мен ресурстарды жақсарту арқылы қауіпсіздікі қамтамасыз етіп қана қоймай бюджеттің едәуір үнемделуіне әкелуі мүмкін. Қазіргі уақытта орман өрттерін бақылау әдістері жеткілікті тиімді емес. Мұны шешу үшін біз нақты уақыт режимінде орман өрттерін бақылау және модельдеу жүйесін жасаудамыз. Бұл жүйе өрттің таралуын болжау процесіне, қоршаған ортаға келтірілген залалдың төмендеуіне, қауіпсіздіктің жоғарылауына әкеледі.

Түйін сөздер: өрт, дала өрттері, орман өрттері, орман өрттерін бақылау, дала өрттерін бақылау, бақылау.

UDC 537.311.322

K.N. Turmanova, A.S. Zhakypov, Zh.K. Tolepov,
S.V. Ovsyannikov, A.S. Kapanov
(Institute of Experimental and Theoretical Physics, KazNU. Al-Farabi,
Almaty, Kazakhstan. szhakupovalibek@gmail.com)

INFLUENCE OF SILVER CONCENTRATION AND DIMENSIONAL EFFECT ON ELECTRIC PARAMETERS OF Ge2Sb2Te5 <Ag> FILMS

Abstract. In this paper, we studied the effect of silver impurity and the size effect on the electrical properties of amorphous and crystalline nanoscale GST films modified with Ag ($Ge_2Sb_2Te_5$ <Ag>). The films were obtained by ion-plasma high-frequency co-sputtering combined targets from GST and Ag in an argon atmosphere. The film thickness varied from 50 nm to 150 nm, and the concentration of Ag impurity reached 9.7 at.%. It was found that an increase in the concentration of Ag impurity and the thickness of the $Ge_2Sb_2Te_5$ <Ag> films leads to a noticeable increase in conductivity and a decrease in its activation energy. Moreover, at a fixed silver concentration in the films, the most significant changes in the conductivity and activation energy occur in the range of film thicknesses from 50 to 100 nm.

К.Н. Турманова, А.С. Жакыпов, Ж.К. Толепов,
С.В. Овсянников, А.С. Капанов
(НИИЭТФ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
szhakupovalibek@gmail.com)

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ СЕРЕБРА И РАЗМЕРНОГО ЭФФЕКТА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>

Аннотация. В данной работе изучено влияние примеси серебра и размерного эффекта на электрические свойства аморфных и кристаллических наноразмерных пленок халькогенидного полупроводника состава $Ge_2Sb_2Te_5$ (GST), модифицированных Ag ($Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>). Пленки получались методом ионно-плазменного высокочастотного со-распыления комбинированной мишени из GST и Ag в атмосфере аргона. Толщина пленок изменялась от 50 нм до 150 нм, а концентрация примеси Ag достигала 9,7 ат.%. Установлено, что аморфные и кристаллические пленки $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> характеризуются полупроводниковым механизмом проводимости. Увеличение концентрации примеси Ag и толщины пленок $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> приводит к заметному увеличению проводимости и уменьшению энергии ее активации. При фиксированной концентрации серебра в пленках наиболее существенные изменения проводимости и энергии активации происходят в диапазоне толщин пленок от 50 до 100 нм.

Ключевые слова: ионно-плазменное высокочастотного распыление, модифицированные пленки, размерный эффект, проводимость.

Введение

Тонкие пленки халькогенидного полупроводникового материала системы Ge-Sb-Te и, в частности, состава $Ge_2Sb_2Te_5$ (GST) интенсивно исследуются в последнее время в связи с перспективами создания на их основе нового поколения ячеек энергонезависимой памяти для записи информации типа PC-RAM (Phase Change Random Access Memory) на основе фазового перехода [1-8]. В пленках системы Ge-Sb-Te фазовый переход обусловлен сверхбыстрым реверсивным переходом их структуры из аморфного в кристаллическое состояние. Такой переход происходит в результате разогрева аморфной фазы джоулевым теплом при прохождении импульса тока или под действием импульса лазерного излучения [9-11].

Для улучшения параметров записи информации пленки GST подвергают модификации примесью металла. Выбор модифицирующей примеси для GST основан на предположении, что встраивание примеси в матрицу должно происходить по механизму замещения, т.е. примесь должна быть изовалентной и изоморфной с одним из компонентов матрицы. Вышеуказанным критериям удовлетворяют примеси таких металлов, как Ag, Bi, In и Cu, а перспективным методом их введения в пленки GST, позволяющим сохранять аморфную структуру, является метод ионно-плазменного со-распыления[14].

При оптимизации элементов ячеек энергонезависимой памяти необходимо учитывать электрические параметры наноразмерных модифицированных пленок GST в аморфном и кристаллическом состояниях, а также влияние размерного эффекта (толщины пленок).

В данной работе проведены исследования электрических свойств и размерного эффекта аморфных и кристаллических пленок состава $Ge_2Sb_2Te_5$, модифицированных примесью серебра.

Методика эксперимента

Пленки состава $Ge_2Sb_2Te_5$, модифицированные серебром ($Ge_2Sb_2Te_5$ <Ag>), были получены методом ионно-плазменного высокочастотного (13,56 МГц) магнетронного со-распыления комбинированной мишени, состоящей из $Ge_2Sb_2Te_5$ и Ag, в атмосфере аргона при давлении ~ 0,9 Па. Мишени из Ag были равномерно расположены на поверхности мишени $Ge_2Sb_2Te_5$ в зоне распыления. Для получения пленок использовалась монолитная поликристаллическая мишень $Ge_2Sb_2Te_5$ с химической чистотой 99,999% компании AciAlloys (США), магнетрон AngstromScience-50 (США) и ВЧ-генератор RFMN-300 (США). Чистота использованных мишеней из Ag была не менее 99,999%.

Мощность высокочастотного разряда подбиралась таким образом, чтобы исходная структура пленок $Ge_2Sb_2Te_5$ и $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> была аморфной.

Толщина пленок составляла от 50 до 150 нм и определялась с помощью SEM Quanta 3D 200i при сканировании электронным пучком скола сэндвич структуры из кристаллического кремния и исследуемых пленок (c-Si/$Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>). Состав пленок и их морфология контролировались методом энергодисперсионного анализа (EDX) также на SEM Quanta 3D 200i.

На пленках исследовалась температурная зависимость проводимости в широком интервале от 30 до 300 °С. Эти эксперименты проводились на постоянном токе в электрических полях с напряженностью E <10^2 В/см в области линейности воль-амперных характеристик на образцах с планарным расположением алюминиевых электродов с использованием пикоамперметра KEITHLEY 6485. Температура пленок регистрировалась медь-константановой термопарой. Скорость нагрева образцов составляла 2 град/мин. Перед измерениями темпрературной зависимости проводимости все пленки имели аморфную структуру. В процессе нагрева пленок происходил фазовый переход, и их структура постепенно трансформировалась из аморфной в кристаллическую. Контроль начальной аморфной и конечной устойчивой поликристаллической (гексагональной) структуры осуществлялся методом рамановской спектроскопии. [14]

Экспериментальные результаты и их обсуждение

На рисунке 1 показаны температурные зависимости проводимости пленок $Ge_2Sb_2Te_5$ (а), $Ge_2Sb_2Te_5$<5,0 ат.%Ag>(б) и $Ge_2Sb_2Te_5$<9,7 ат.%Ag> (в) разной толщины при нагреве от 30 до 300°С.

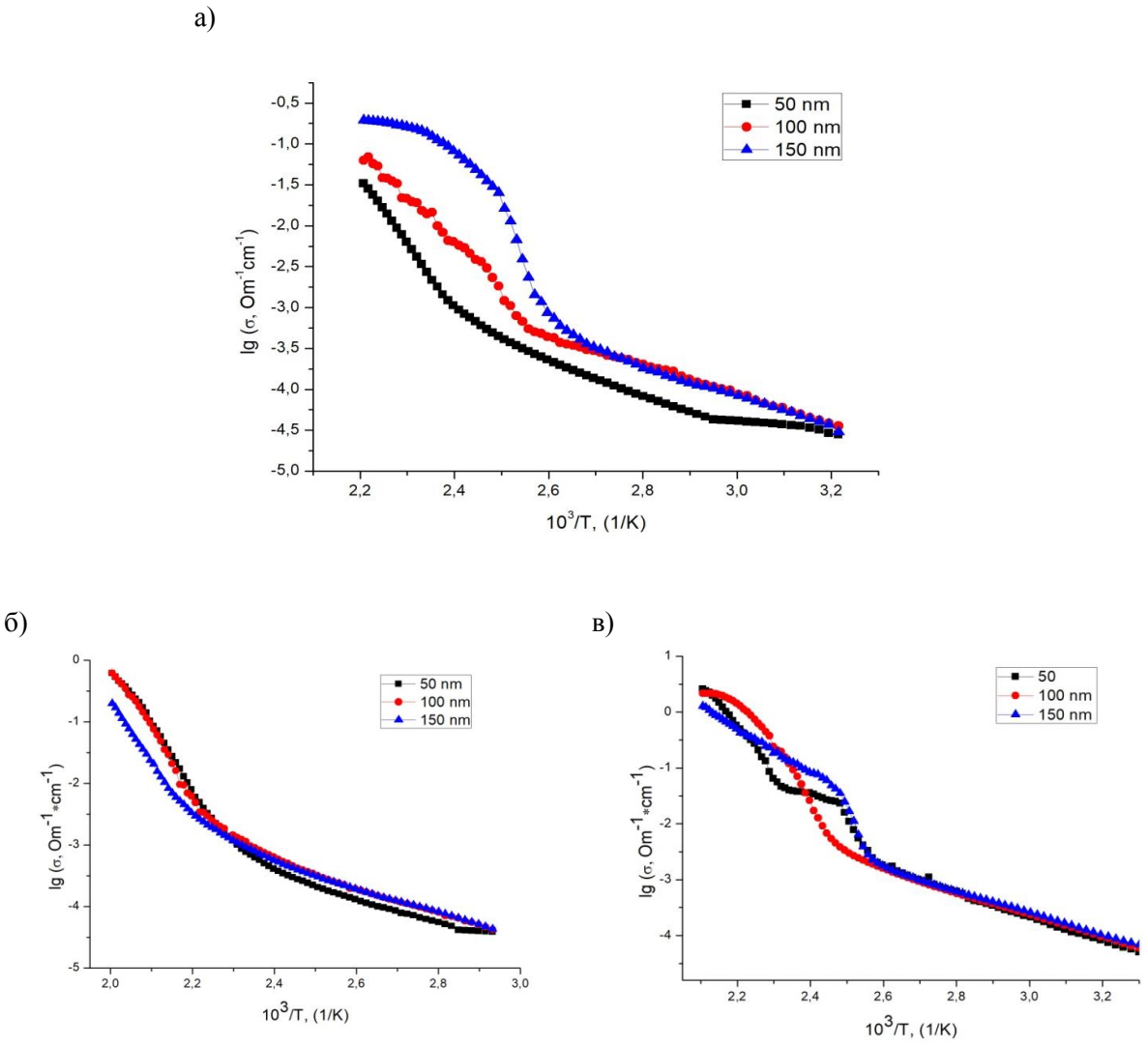


Рис. 1. Температурные зависимости проводимости пленок $Ge_2Sb_2Te_5$ (а) $Ge_2Sb_2Te_5$<5,0 ат.% Ag> (б) и $Ge_2Sb_2Te_5$<9,7 ат. % Ag>(в) разной толщины

Из рисунка следует, что температурные зависимости проводимости $\sigma(T)$ пленок $Ge_2Sb_2Te_5$ и $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> характеризуются низкотемпературными и высокотемпературными экспоненциальными участками увеличения проводимости с температурой с разным наклоном, между которыми находятся переходные области. Такой вид температурной зависимости проводимости обусловлен переходом структуры пленок из аморфного в кристаллическое состояние.

В пленках $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> при увеличении концентрации примеси Ag температурная граница аморфной фазы существенно расширяются в область более высоких температур, что свидетельствует о существенном возрастании температуры фазового перехода (T_g). Важно отметить, что проводимость как аморфных, так и кристаллических пленок $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> имеет полупроводниковый характер.

Из зависимостей $\sigma(T)$ определены основные полупроводниковые параметры пленок $Ge_2Sb_2Te_5$и $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> в аморфном и кристаллическом состоянии при разных толщиках (d): электропроводность $\sigma_к$ при комнатной температуре (T=300 K), энергия активации проводимости E_σ и предъэкспоненциальный множитель C, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Значения проводности $\sigma_к$, предъэкспоненциального множителя C и энергии активации проводимости E_σ аморфных (a) и кристаллических (c) наноразмерных пленок $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> в зависимости от их толщины d.**

Состав	d, (нм)	Электрические параметры пленок					
		$\sigma_к$, (Ом·см)$^{-1}$ при T=300 K		C, (Ом·см)$^{-1}$		E_σ, эВ	
		a	c	a	c	a	c
$Ge_2Sb_2Te_5$	50	$2{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}8\cdot10^{-4}$	$9{,}3\cdot10^{1}$	$5{,}0\cdot10^{-2}$	0,46	0,20
	100	$2{,}8\cdot10^{-5}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$4{,}3\cdot10^{1}$	$5{,}8\cdot10^{-1}$	0,36	0,10
	150	$3{,}1\cdot10^{-5}$	$1{,}5\cdot10^{-1}$	$2{,}9\cdot10^{1}$	$4{,}0\cdot10^{-1}$	0,32	0,08
$Ge_2Sb_2Te_5$<5,0 ат% Ag>	50	$3{,}6\cdot10^{-5}$	$2{,}0\cdot10^{-2}$	$8{,}7\cdot10^{2}$	$0{,}1\cdot10^{1}$	0,38	0,16
	100	$4{,}0\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-1}$	$3{,}1\cdot10^{2}$	$4{,}8\cdot10^{-1}$	0,30	0,08
	150	$4{,}1\cdot10^{-5}$	$1{,}8\cdot10^{-1}$	$1{,}6\cdot10^{2}$	$0{,}4\cdot10^{1}$	0,28	0,06
$Ge_2Sb_2Te_5$<9,7 ат. %Ag>	50	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$7{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}1\cdot10^{3}$	$7{,}3\cdot10^{-1}$	0,32	0,12
	100	$6{,}3\cdot10^{-5}$	$3{,}5\cdot10^{-3}$	$2{,}1\cdot10^{2}$	$7{,}0\cdot10^{-2}$	0,20	0,06
	150	$6{,}9\cdot10^{-5}$	$4{,}0\cdot10^{-3}$	$1{,}9\cdot10^{2}$	$1{,}0\cdot10^{-1}$	0.19	0,04

Из анализа полученных результатов следует, что увелечение концентрации примеси Ag и толщины аморфных и кристаллличесих пленок $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> приводит к заметному увеличению проводимости и уменьшению энергии активации проводимости. При фиксированной концентрации примеси Ag наиболее существенные изменения полупроводниковых параметров пленок $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> наблюдаются при изменении их толщины от 50 до 100 нм.

Заключение

Изучено влияние примеси серебра и размерного эффекта на электрические свойства аморфных и кристаллических пленок $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>, полученных методом ионно-плазменного высокочастотного (ВЧ) распыления комбинированной мишени из $Ge_2Sb_2Te_5$ и Ag в атмосфере инертного газа аргона. Установлено, что увеличение концентрации примеси Ag и толщины пленок от 50 до 150 нм приводит к заметному увеличению их проводимости и уменьшению энергии активации проводимости. Показано, что при всех исследуемых толщинах и концентрациях примеси Ag аморфные и кристаллические пленки $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> характеризуются полупроводниковым механизмом изменения проводимости с температурой. При фиксированной концентрации примеси Ag в пленках $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> наиболее существенные изменения полупроводниковых параметров наблюдаются при изменении их толщины от 50 до 100 нм.

Таким образом, в работе установлена возможность эффективного управления электрическими параметрами наноразмерных аморфных и кристаллических пленок $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> путем изменения концентрации модифицирующей примеси Ag и толщины пленок при ее изменении от 50 до 100 нм.

Исследования проведены по программе гранта AP05133499 КН МОН РК

ЛИТЕРАТУРА

[1] Burr G.W., Breitwish M.J, Franceschimi M. Phase change memory technology// J. Vac. Sci. Technol. –2010. –Vol. 28. –P. 223–262.

[2] Nardone M., Simon M., Karpov I.V., Karpov V.G. Electrical conduction in chalcogenide glasses of phase change memory// J. Appl. Phys. – 2012. – Vol. 112(071101). –P. 1–20.

[3] Jean Yves Raty, Wei Zhang, Jennifer Luckas, Chao Chen, Riccardo Mazzarello, Christophe Bichara, Matthias Wuttig. Aging mechanisms in amorphous phase-change materials. Nat Communications 6, 7467, 2015. doi: 10.1038/ncomms8467.

[4] Zhang, W. et al. Density-functional theory guided advances in phase-change materials and memories. MRS Bulletin 40, 856–865, 2015.

[5] Mathias Schumacher, HansWeber, Pál Jóvári, Yoshimi Tsuchiya, TristanG.A.Youngs, Ivan Kaban, Riccardo Mazzarello. Structural, electronic and kinetic properties of the phase-change material Ge2Sb2Te5 in the liquid state. Nature- 08 June 2016. doi:10.1038/srep27434.

[6] Xinxing Sun, Martin Ehrhardt, Andriy Lotnyk, Pierre Lorenz, Erik Thelander, JürgenW.Gerlach, Tomi Smausz, Ulrich Decker, Bernd Rauschenbach. Crystallization of Ge2Sb2Te5 thin films by nano- and femtosecond single laser pulse irradiation. Nature- 13 June 2016. doi: 10.1038/srep28246.

[7] Guo P, Sarangan A. M. and Agha I. A Review of Germanium-Antimony-Telluride Phase Change Materials for Non-Volatile Memories and Optical Modulators// Appl. Sci. – 2019. –Vol. 9. –P. 530-556. - doi:10.3390/app9030530.

[8] Mio A.M., Privitera S.M.S., Bragaglia V., Arciprete F., Cecchi S., Litrico G., Persch C., Calarco R., and Rimini E. Role of interfaces on the stability and electrical properties of Ge2Sb2Te5 crystalline structures. Nature- 01 June 2017. doi: 10.1038/s41598-017-02710-3.

[9] Ovshinsky S.R. Reversible Electrical Switching Phenomena in Disordered Structures// Phys. Rev. Lett. – 1968. – Vol. 21(20). –P. 1450–1453.

[10] Kolobov A.V., Krbal M., Fons P., Tominaga J., Uruga T. Distortion-triggered loss of long-range order in solids with bonding energy hierarchy// Nature Chemistry. –2011. – Vol. 3. –P. 311–316.

[11] Kolobov, A.V., Fons, P., Tominaga, J. A. Thermal amorphization of crystallized chalcogenide glasses and phase-change alloys//Phys. Status Solidi B.-2014.-Vol 251.-P. 1297-1308.

[12] Цэндин К.Д. Электронные явления в халькогенидных стеклообразных полупроводниках. –СПб.: Наука, 1996. – 485 с.

[13] Bogoslovskiy N., Tsendin K. Role of the changing sign of effective electron–electron correlation energy for information recording in PCM //Phys. Status Solidi B. –2015. № 1–6. - DOI10.1002/ pssb. 201451613.

[14] Turmanova K.N., Zhakypov A.S., Tolepov Zh.K., Ismailova G.A., Prikhodko O.Yu., Technology of production, composition and structure of nanosized films Ge2Sb2Te5, modified with silver impurity// |Вестник КазНИТУ, серия технические науки. -2018. , №4. – С.62-66.

Турманова К.Н., Жакыпов А.С., Толепов Ж.К., Овсянников С.В., Капанов А.С.

$Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> қабықшаларының электрлік қасиеттеріне күміс қоспалары мен өлшем эффектісінің әсері

Түйіндеме. Бұл жұмыста Ag ($Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>) түрлендірілген аморфты және кристалды наноөлшемді GST қабықшаларының электрлік қасиеттеріне күміс қоспалары мен өлшемдік эффектілердің әсері зерттелді. Қабықшалар аргон атмосферасында GST мен Ag-нен тұратын аралас нысаналы ионды-плазмалық жоғары жиілікті тозаңдандыру әдісімен алынды. Қабықшалардың қалыңдығы 50 нм-ден 150 нм-ге дейін өзгерді, ал Ag қоспасының концентрациясының ұлғаюы 9,7 ат.%. дейін жетті. $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> аморфты және кристалдық қабықшаларының өткізгіштік механизмі жартылайөткізгішке тән екені анықталды. Ag қоспасының концентрациясы мен $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag> қабықшасының қалыңдығының артуы өткізгіштіктің елеулі ұлғаюына және оны активтендіру энергиясының азаюына әкелетіндігі анықталды. Қабықшалардағы күмістің белгіленген концентрациясы кезінде өткізгіштік пен активтендіру энергиясының айрықша өзгеруі қабықшалардың қалыңдығы 50-ден 100 нм-ге дейінгі аралықтағы диапазонында болатыны анықталды.

Түйінді сөздер: иондық-плазмалық жоғары жиілікті тозаңдату, түрлендірілген қабықша, өлшем эффектісі, өткізгіштік.

ӘОК 44.31.35

D. K. Rassul[1], A. O. Kasimov[2]
(Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,
Almaty, Kazakhstan,E-mail: [1]dokeikanat@gmail.com, [2]64razak@mail.ru)

RESEACH AND APPLICATION OF FIBER BRAGG GRATING SENSOR

Abstract. The thesis introduced The technical advantages and applications of fiber sensors , also the basic structure and the working principle of FBG(fiber bragg grating) sensors were described. In this paper, Optisystem software tools are used to analyse the wavelength shifted when strain experienced by FBG change. And The interrogator are used to display the wavelength shifted by the FBG when there is change in strain experienced by FBG. All of the proposed designed are tested by using simulation software and the wavelength shifted in the simulation are compared to the theoretical value that has been calculated in this project.

Keywords: FBG, sensing technology, technical scheme, wavelength shifted. Optisystem.

Д.Қ. Расул [1], А.О. Касимов [2]
(Алматы Энергетика және Байланыс Университеті, Алматы, Қазақстан
[1]e-mail:dokeikanat@gmail.com, [2]64razak@mail.ru)

ТАЛШЫҚТЫ ТОРЛЫ СЕНСОРДЫ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа.Талшықты-оптикалық сенсорлардың техникалық артықшылығы мен қолданыстары, талшықты торлы сенсордің негізгі құрылымы және FBG талшықты торлардың жұмыс істеу қағидасы сипатталады. осы жұмыста Optisystem бағдарламасы арқылы FBG-дағы механикалық кернеу өзгергенде, толқын ұзындығының ығысуы талданады. FBG-дегі механикалық кернеу өзгерген кезде, толқын ұзындығының ығысуынің мөлшерін спектр анализаторы алады. Ұсынылған жоба модельдеу бағдарламасы арқылы тексерілді және модельдеу бағдарламасы арқылы алынған толқын ұзындығының ығысу нәтижесі мен теореялық есептелген нәтижесі салыстырылып талданды.

Түйін сөз: FBG, сенсорлық технология, техникалық сызба, өлшеу.Optisystem.

Кіріспе.Соңғы жылдары оптикалық талшықты байланыс технологиясы жоғары жылдамдықты, үлкен сыйымдылықты байланыс жүйелеріне қарай дамып келе жатқанына қарамастан ақырындап барлық оптикалық желілерге қарай бағыт алып дамуда. Оптикалық байланыстың қарқынды дамуымен ілесе талшықты торлар ең жылдам дамып келе жатқан түрі болып табылады. Оптикалық талшықты тор дегеніміз – оптикалық талшықты ультракүлгін сәулемен сәулелендіргенде, талшық өзегінің жарыққа сезімталдық қасиетімен, оптикалық талшықтың сыну көрсеткіші сәйкесінше жарық қуатының кеңістіктік таралуына байланысты өзгереді. Осылайша, талшықты торда болатын талшықты өсінде периодты сыну көрсеткіштерінің өзгеруі[1]. Оптикалық талшықты торлар жоғары сезімталдық, аз шығын, оңай жасалу, тұрақтылық және талшықты-оптикалық компоненттерімен оңай қосылудың артықшылықтарына ие болғандықтан, олар оптикалық байланыста, талшықты-оптикалық зонтдау және басқа да салаларда кеңінен қолданылды .

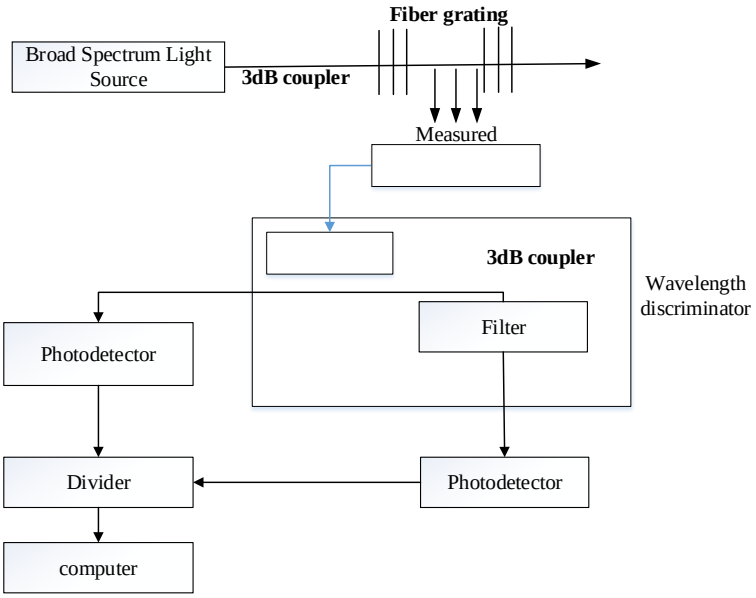
Температураны және механикалық кернеуді өлшеу сенсорларының қолданыстарына шолу

Талшықты оптикалық торлар сенсорының көптеген алмастырылмайтын артықшылықтары бар, сондықтан Г. Мельц және басқалар алғаш рет сенсорларға талшықты FBG торларын қолдану туралы жарияалағаннан бері, олар биомедициналық, көпір, дамба ақылды материалдар, аэроғарыш, аза маттық құрылыс құрылымдарында және т.б. көптеген салаларда кеңінен қолданылды. Мысалы аэроғарыштық навигация жүйесі саласында - 1990 жылдары Вали мен Шортхилл бірінші-FOG (Fibre-Optic Gyroscope) принципін ұсынды және эксперименталды түрде дәлелдеді[2]. Сонымен бірге деполяризация құрылымы, 3-осьті I-FOG және EDFA(Erbium-Doped Optical Fiber Amplifier) жарық көзі сияқты жаңа талшықты-оптикалық құрылғылар мен технологияларды қолдану арқылы, талшықты оптикалық тор сенсорының арзан болуына үлес қосты. Оның кішкентай мөлшері, жеңіл салмағы және жоғары өнімділігі оны аэроғарышта және әскери салаларда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Мысалы, Хэмптон университеті және НАСА Лэнгли Ресерч ғылыми-зерттеу орталығы температура мен ығысу кернеуінен туындаған БРЭГГ толқындарының жылжуын ажырату үшін, талшықты БРЭГГ торының

температуралық ығысуының әсер ететін сенсорларын пайдаланып аэродинамикалық жабдықта кеңінен қолданды[3].

Талшықты-оптикалық сенсордің жұмыс принципі

Талшықты БРЭГГ оптикалық торлары (FBG) 1978 жылы тапқырланған. Ол кремнийдің оптикалық талшықтарының ультрафиолет сәулелеріне сезімталдығын талшықтың өзегіне жазады, осылайша талшықта мерзімді тор түзеді, сондықтан оны талшықты тор деп атайды[4]. 1-суретте талшықты оптикалық тор сенсордің типтік құрылымы көрсетілген.



1-сурет. Талшықты торды сенсор құрылымы

Талшықты оптикалық тор сенсорының құрылымында (1-суретте көрсетілген) жарық көзі кең спектрлі, жеткілікті қуатқа ие, ол тордың шағылысқан сигналының шуылға қатынасы ойдағыдай болуын қамтамасыз етеді. Жанама сәуле шығаратын диодты ELED (Edge Emitting LED) таңдалуының себебі, бір модты оптикалық тордың копуляцяланған қуаты кем дегенде 50 ~ 10 мкВт болуы керек. Сондай ақ өлшенетін температура мен кернеу талшықты оптикалық торға түскен кезде, талшықты тормен шағылысқан оптикалық сигналды толқын ұзындығының дискриминаторына немесе толқын ұзындығының анализаторына 3dB талшықты бағыттауышы копуляцясы арқылы жіберуге болады, содан кейін оптикалық детектор арқылы жарықты электрлік түрлендіріп, ең соңында компьютер арқылы талдау жасайды, жадыға сақтайды және сол арқылы пайдаланушы белгілеген форматта компьютерде өлшенген өлшемнің үлкен кішілігі көрсетіледі [5].

Талшықты оптикалық торда талшықты сенсордың барлық артықшылығы бар болуымен қатар, бір талшықта бірнеше сенсорларды біріктіре қайталап пайдалану және көп нүктелі өлшеуге қол жеткізуге болатын қасиеті де бар.

Талшықты оптикалық БРЭГГ торының қағидасы

БРЭГГ талшықты торлары әдетте БРЭГГ шартына сәйкес келеді

$$\lambda_B = 2n\Lambda \qquad (1)$$

мұндағы λ_B - БРЭГГ толқын ұзындығы, n – нәтижелі сыну көрсеткіші, Λ – оптикалы тордың периоды.

Талшықты оптикалық тор арқылы өлшенетін физикалық шама өзгергенде, сәйкесінше n және Λ-де бірге өзгеріске ұшырайды, бұл λ_B дрейфіне әкеледі. Керісінше λ_B дрейфін анықтай отырып, өлшенетін физикалық шама туралы да ақпарат алуға болады. БРЭГГ талшықты оптикалық тор сенсорының зерттеу бағыты негізінен температураны және механикалық кернеулі өлшеуге бағытталған. Температура мен механикалық кернеу өзгеруінен туындаған толқын ұзындығының ығысуы келесі түрде көрсетуге болады:

$$\Delta\lambda_B=2n\Lambda\{1-n^2/2\,[P_{12}-v(P_{11}+P_{12})]\}\,\varepsilon+2n\Lambda[\alpha+(1/n)(dn/dT)]\,\Delta T \quad (2)$$

Бұндағы ε механикалық кернеу, $P_{[i,\ j]}$ Жарық қысымы коэффициенті, v көлденең өзгеріс коэффициенті, α ыстықта ісіну коэффициенті, ΔT температураның өзгеру шамасы. Әдетте (2)-ші формуладағы

$$n^2/2\,[P_{12}-v(P_{11}+P_{12})]\ =\rho_e \quad (3)$$

Бұндағы vПуассонның қатынасы, ρ_e термо-оптикалық коэффициент оның типтік мәні 0.22–ні құрайды[5], ал қалыпты температура мен механикалық кернеу кезіндегі FBG температурасы мен механикалық кернеу жағдайларын келесідегідей алуға болады:

$$\delta\lambda_B/(\lambda_B*\delta T)=6.7*10^{-6}/℃ \quad (4)$$

$$\delta\lambda_B/(\lambda_B*\delta\varepsilon)=7.8*10^{-7}/m\varepsilon \quad (5)$$

Оң және теріс поляризацияланған толқындардың сыну көрсеткіштерінің өзгеруіндегі айырмашылықты пайдаланып, магнит өрісін тікелей өлшеуге болады. Мысалы, торларды белгілі көзделген қасиетке иа материялмен қаптау арқылы электр өрісі сияқты физикалық шамаларды жанама өлшеуге болады. [6]

Формула (2) кеңейту арқылы, FBG сенсорының толқын ұзындығы ығысуының теңдеуін аламыз:

$$\Delta\lambda_B=[\varepsilon(1-\rho_e)+\Delta T(\alpha_\lambda+\alpha_n)]\lambda_0 \quad (6)$$

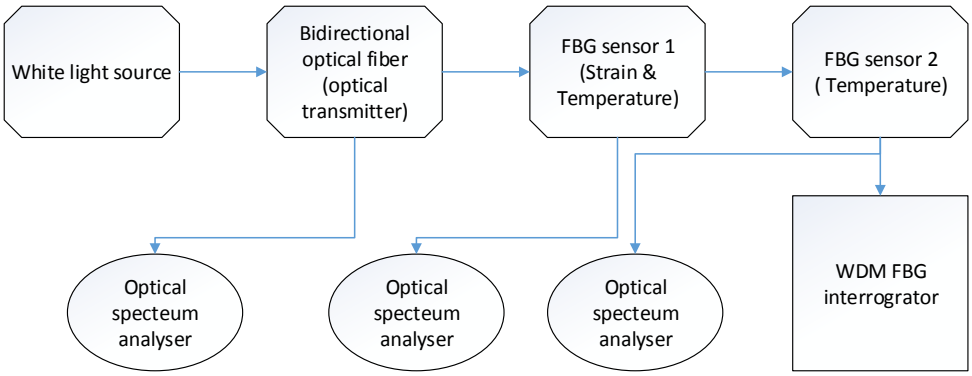
Бұндағы $\Delta\lambda_B$ толқын ұзындығының ығысу мәні， λ_0 толқынның бастапқы ұзындығы.

Зуртеу әдісі

Бұл жұмыстың негізгі зерттеу бағыты сенсорга белгілі механикалық кернеу түскен кездегі сенсордың сипаттамасын талдау болып табылады. Сенсорға түсірілген әр түрлі механикалық кернеуге талдау жасау арқылы FBG-ға түсіруге болатын ең жоғары механикалық кернеу мәнін аламыз. Спектор анализаторы әр түрлі механикалық кернеудегі толқын ұзындығы ығысуының модельдеуін көрсетеді. Барлық зерттеулер Optisystem 16.1 модельдеу бағдарламасында жасалды

Оптикалық жүйелерді жобалаудың блок-схемасы

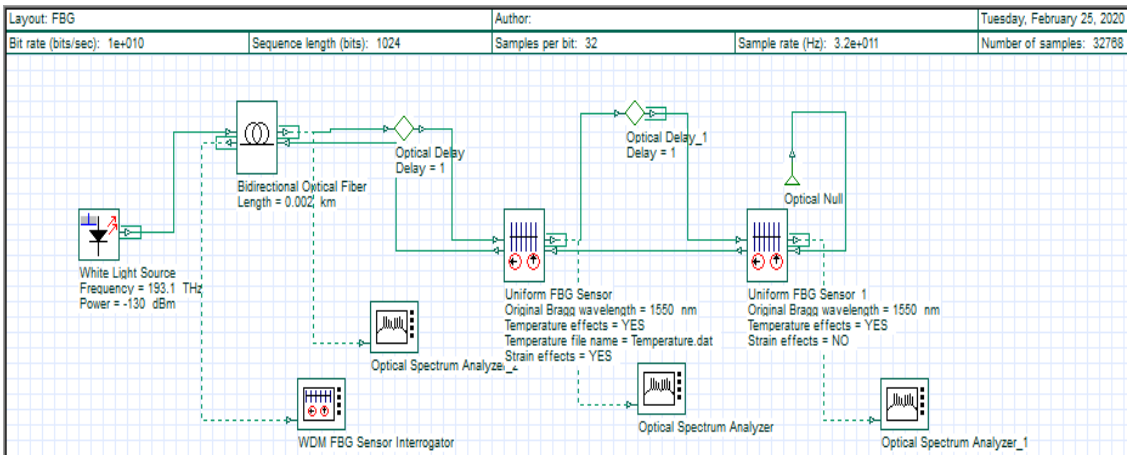
Optisystem дизайнын көрсетуге арналған блок-схема сурет 2-де көрсетіледі



2-сурет. Optisystem дизайнын көрсетуге арналған блок-схем

Жоба бойынша бір ақ жарық көзі, екі талшықты FBG сенсоры, екі оптикалық кідіріс, бір оптикалық нөл, екі бағыттағы оптикалық талшық, екі оптикалық спектр анализаторы және бір WDM FBG сенсоры анықтаушысы (wavelength-division multiplexing FBG Sensor Interrogator) болады. FBG сенсоры үшін FBG 1 сенсоры температура мен механикалық кернеуді сезінеді, ал FBG 2 сенсоры тек температураны өлшеуге арналған. WDM FBG сенсоры анықтаушысы екі FBG сенсорының шағылысқан спектрімен өзгеретін толқын ұзындығының ығысуын көрсетуге арналған. Кернеу 0,005-тен 0,01-ге дейінгі параметр бойынша орнатылды[7]. Компанент кіріс портында сигнал табалмай қалу себебінен модельдеу орындалмай және жүйе құлыпталып қалуының алдын алу үшін кешіктірулер пайдаланылды, одан бөлек Optisystem бағдарламасында әдепкі параметрлер пайдаланылды.

Модельдеудің дизайн схемасы.



3-сурет. Модельдеудің дизайн схемасы

Нәтижелер және талдау

Optisystem 16.1 модульдеу бағдарламасы арқылы, механикалық кернеуге 6 түрлі мән беріліп сол арқылы FBG сенсорының сипаттамасы мен толқын ұзындығының ығысуы талданды, механикалық кернеу мен температураға арналған FBG сенсордың толқын ұзындығының ығысуындағы теңдеуі арқылы теореялық мән есептеп алынды және кестеде көрсетілді. 1-кестеде толқын ұзындығы ығысуының мәні көрсетілген(теориялық), 2- кестеде толқын ұзындығы ығысуының модульдік мәні көрсетілген, 4 – суретте модеьденген толқын ұзындығы ығысуы мен FBG ға берілген механикалық кернеу мәндерінің өзара байланысы көрсетілген, 5 – суретте толқын ұзындығы ығысуының модульдік және теориялық мәні салыстырылды.

Модельдеу нәтижесі FBG сенсорының өнімділігі мен толқын ұзындығының өзгеруін талдау үшін штаммның алты түрлі мәнін қолдану арқылы жасалған Optisystem 16.1 модельдеу көмегімен алты модельдеудің нәтижесі болып табылады. Теориялық есептеу FBG сенсорының штамм мен температура үшін толқын ұзындығының ығысу формуласын қолдану арқылы жүргізілді.

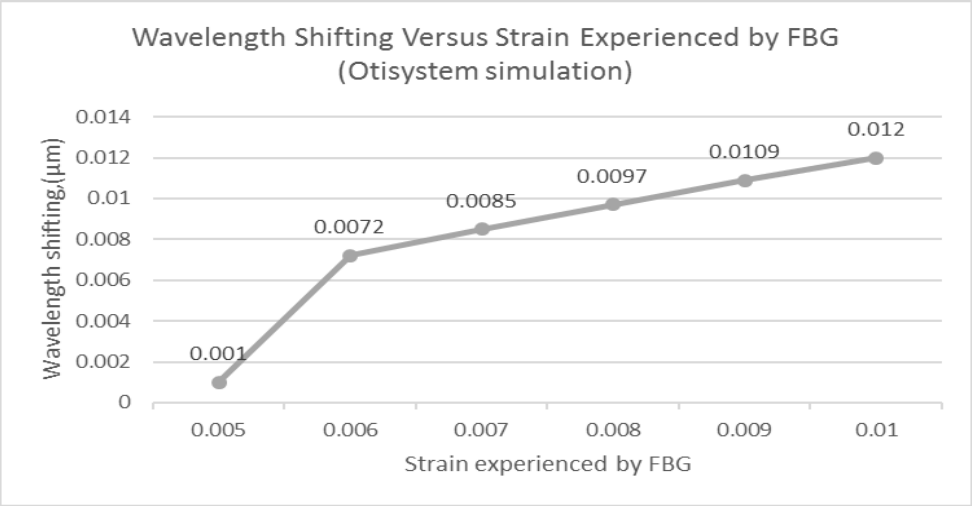
1-кесте. Т**олқын ұзындығының ығысу мәнін есептеу**

Бастапқы толқын ұзындығы,Δλ (nm)	Температураның өзгерісі,℃	FBG ға түскен механикалық кернеу	толқын ұзындығының ығысуы, Δλ,(теориялық) (μm)
1550	2	0.005	0.0101
1550	2	0.006	0.01134
1550	2	0.007	0.01258
1550	2	0.008	0.01382
1550	2	0.009	0.01506
1550	2	0.01	0.0163

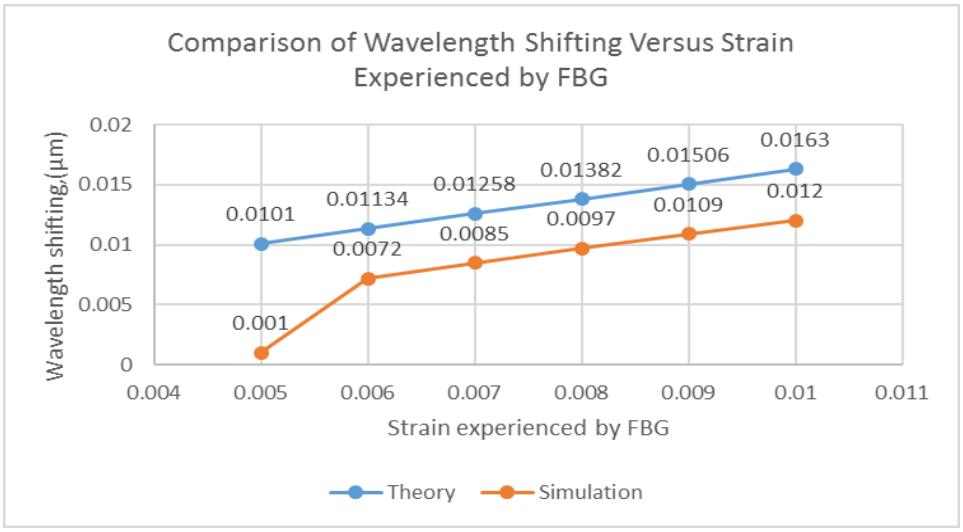
2-кесте. **Моделденген толқын ұзындығының ығысуы**

Бастапқы толқын ұзындығы,Δλ (nm)	температураның өзгеріс,℃	FBG ға түскен механикалық кернеу	толқын ұзындығының ығысуы, Δλ,(модульдік),(μm)
1550	2	0.005	0.001
1550	2	0.006	0.0072

1550	2	0.007	0.0085
1550	2	0.008	0.0097
1550	2	0.009	0.0109
1550	2	0.01	0.012



4-сурет. Модельденген толқын ұзындығы ығысуы мен FBG ға берілген механикалық кернеу мәндерінің өзара байланысы



5-сурет. Толқын ұзындығы ығысуының моделдік және теориялық мәнінің салыстырылуы

Суреттен байқайтынымыз, Модульдік бағдарламада берілген параметрлер арқылы алынған модульдік нәтиже мәні мен теориялық нәтидесінің мәні ұқсамайды, үйткені модульдік жобалауда екі бағыттық оптиклаық талшық берілген ол толқын ұзындығының ығысу мәніне әсер етуі мүмкін. Модульдеу арқылы алынған нәтиже теориялық нәтижеден кішкене себебі онда толқын ұзындығының ығысуы азырақ. Әлсіреу (attenuation) және сіңу факторының әсері аз болғандықтан, бастапқы толқын ұзындығы 1550 нм[8] болатын бір режимді FBG арқылы дәлме-дәл нәтиже алуға болады.

Қорытынды. Бұл статиада температура мен механикалық кернеудің FBG сенсорының толықын ұзындығы ығысуына байланысы зерттелді. осы әдіс негізінде ішкерлей зерттеп Optisystem программысы арқасында модульдік тексеру жүргізілді. Осы Optisystem 16.1 арқылы жасалған модульдік жобада екі FBG сенсорына 6 түрлі мәндегі механикалық кернеу түсіру арқылы тексерілді. Модульдеу арқылы алынған нәтиже бойынша, толқын ұзындығы ығысуын оңай талдау жасауға

болады. Сонымен қатар теориялық мәні мен модульдеу арқылы а лынған мән арасында аз мөлшерде айырмашылық бар екенін байқауға болады. FBG га түскен механикалық кернеу неғұрлым үлкен болса, толқын ұзындығының ығысуы соғұрлым үлкен болады және сызықтық қатынасты көрсетеді, ал есептеу нәтижесі мен модельдеуден шыққан нәтиже бойынша, алғашқы толқын ұзындығының центрі мен толқын ұзындығының ең жоғары мәні бір-бірімен қабысады， ол спектр пішінінің симметриялы екенін көрсетеді, ал механикалық кернеу артқан сайын толқын ұзындығының ығысуы да артады, ол спектрдің симметриядан ауытқуының артуын көрсетті, қортындылай келе бұл модельдеу арқылы алған нәтиже мен теориялық нәтиже бір- бірімен толықтай сәйкес келетінінің дәлелдейді

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Hill K O, Fujii Y, Johnson D C, et al. Photosensitivity in optical fiber waveguides: application to reflection filter fabrication [J].Appl Phys Lett, 1978, 32: 647-649.

[2] S.M.Melle, K. Liu. A passive wavelength demodulation system for guided-wave Bragg grating sensors [J]. IEEE Photon. Technol. Lett.,Vol. 4, 1992, 516

[3] Han K J, Lee Y W. Simultaneous measurement al strain and temperature incorporating a long period fiber grating inscribed on a long-period fiber grating inscribed on a polarization maintaining fiber [J]. Photonics Technology Letters, IEEE, 2002,16(90):2114-2116

[4] Jin W, Ho H L, Liao Y B, et al. Development of a wavelength detection system for fiber grating sensors. Advanced sensor systems and application [C].proc of SPIE, 2004:68-76

[5 SW James, ML Dockney, RP Tatam, Simultaneous independent temperature amd strain measurement using in-fiber Bragg grating sensors [J]. Electron. Lett, 1996.

[6] Кусамбаева Н.Ш ,Касимов А.О, Влияние аподизации сменно периодической брэгговской решетки на поляризационно-модовую дисперсию* Новости науки Казахстана. № 1 (135). 2018

[3] Джа Жынан, Фон Фй, Бір уақытта Талшықты оптикалық тор темпаратурасы мен штамм өлшеуінің зерттелу барысы[J]. Жарық толқындық байланыс технологиясы, 2007,(2):41-43

[4] Цзян Дешэн, Хэ Вайб, Талшықты торлы сенсордф қолдану туралы жалпы шолу [J]. Оптоэлектроника-Лазер, 2002, (4) 420-430

[7] Liao Yanti, Li Jiao, Today and Development of Fiber Optic Sensors [J] Sensor World, 2004, (2): 6-12

[8] Ляо Янти, Ли Цзяо, Талшықты оптикалық сенсорлардың бүгіні және дамуы [J] Сенсор әлемі, 2004, (2): 6-12

Расул Д.К. , Касимов А.О.

Талшықты торлы сенсорды зерттеу және қолдану

Резюме Описываются технические преимущества и применение волоконно-оптических датчиков, базовая структура волоконно-оптического датчика и принцип действия волоконно-оптических датчиков. Эта работа анализирует дрейф длины волны, когда механическое напряжение в FBG изменяется через программу Optisystem. Когда механическое напряжение в FBG изменяется, дрейф длины волны принимается анализатором спектра. Предложенный проект был проверен с помощью программы моделирования, и теоретически рассчитанный результат был сопоставлен с результатом дрейфа, полученным с помощью программы моделирования.

Ключевые слова: FBG, сенсорная технология, техническая схема, измерение.Optisystem.

УДК 004. 056.57

[1]B. Abdiyev, [2]N. Karymsakova, [1]D. Satybaldina

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

[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

(E-mail: abdibaur@gmail.com, satybaldina_dzh@enu.kz, nkarymsakova1@gmail.com)

CONDUCTING TEST (TEST) MEASURES TO PROTECT AGAINST TARGETED ATTACKS

Abstract: The paper discusses modern methods of hiding targeted attacks aimed at bypassing Sandbox-systems. The results of behavioral analysis of five files of different formats in several commercial Sandbox-systems are presented in order to identify the effectiveness of detecting malicious functionality of experimental samples. It is shown that the performance of the investigated sandboxes is associated with the implementation of methods to minimize the concealment of traces of attacks of several generations.

Keywords: malware, malware detection, targeted attack, sandbox system

Б. Абдиев[1], Н. Карымсакова[2], Д. Сатыбалдина[1]
[1]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
[2]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби
(E-mail: abdibaur@gmail.com, satybaldina_dzh@enu.kz, nkarymsakova1@gmail.com)

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ SANDBOX-СИСТЕМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ТАРГЕТИРОВАННЫХ АТАК

Аннотация: В работе рассмотрены современные методы скрытия целевых атак, направленные на обход Sandbox-систем. Приведены результаты поведенческого анализа пяти файлов разного формата в нескольких коммерческих Sandbox-систем с целью выявления эффективности детектирования вредоносного функционала экспериментальных образцов. Показано, что производительность исследованных «песочниц» связана с реализаций способов минимизации сокрытия следов атак нескольких поколений.

Ключевые слова: вредоносное программное обеспечение, детектирование вредоносного файла, таргетированная атака, Sandbox-система.

1. Введение

Любое программное обеспечение, которое намеренно причиняет ущерб владельцам информации и работе компьютерам, смартфонам, серверам, компьютерным сетям, считается вредоносным. Англоязычный эквивалент «malware» происходит от сочетания двух слов – «malicious» (злонамеренный) и «software» (программное обеспечение). Существуют различные классы вредоносных программ, включая вирусы, черви, «троянский конь», руткиты, вымогатели и т.д. Каждый класс malware-программ предназначен для воздействия на исходную машину-жертву с различными целями, такими как удаленное выполнение кода, кража конфиденциальных данных и т. д.

В наши дни классификация вредоносных программ усложняется, потому что некоторые экземпляры вредоносных программ могут одновременно представлять характеристики нескольких классов. Вредоносное ПО нового поколения может легко обойти защитное программное обеспечение, работающее в режиме ядра, такое как брандмауэры, антивирусное программное обеспечение. Оно использует несколько различных существующих или новых процессов одновременно и использует некоторые запутанные методы, чтобы скрыть себя и стать постоянным в системе [1]. Вредоносные программы нового поколения могут запускать более разрушительные атаки, например, целевые (или таргетированные) атаки, которых никогда раньше не было, и во время атак используется более одного типа вредоносных программ.

Атаки с использованием такого рода malware-программ имеют катастрофические последствия и наносят значительный материальный ущерб отдельным лицам, частным компаниям и правительственным активам. В связи с этим, вредоносное ПО должно быть обнаружен до повреждения важных активов в компании. Чтобы преодолеть сложные системы обнаружения вторжений, основанные на статическом анализе, злоумышленники используют запутывание (обфускацию) кода, включая методы полиморфизма и метаморфизма, применение которых не выявляется на уровне проверки сигнатуры вредоносного ПО. В связи с этим динамический поведенческий анализ представляется единственным надежным подходом для обнаружения современных вредоносных программ [2]. Учитывая сложность в качестве и массивность в количестве современных атак, имеет смысл выполнить глубокий поведенческий анализ на выделенных серверах, которые предоставляют всю необходимую вычислительную мощность для выявления вредоносной активности. Такой подход реализуется как выполнение неизвестного исполняемого файла в среде тестирования, известной как «песочница» (malware sandbox), в которой можно наблюдать вредоносную активность ПО без ущерба для существующей ИТ-системы [3, 4].

Различные исследования продемонстрировали влияние методов кластерного анализа, машинного обучения на эффективности обнаружения и классификации вредоносных файлов при sandbox анализе [1, 2, 5]. Кроме того, точность этих моделей машинного обучения может быть улучшена за счет использования алгоритмов выбора признаков для выбора наиболее важных функций и уменьшения размера набора данных, что приводит к меньшим вычислениям. В связи с этим в настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования нескольких промышленных систем динамического поведенческого анализа с целью выявления взаимосвязи их функциональных особенностей и эффективностью обнаружения и классификации вредоносных программ различных типов.

Остальная часть статьи организована следующим образом. Во втором разделе мы обсуждаем методы уклонения вредоносного ПО для обхода «песочниц». В разделе III рассмотрены различные типы коммерческих Sandbox-систем, используемых для экспериментального исследования образцов вредоносных программ. В разделе IV представлены сравнительные экспериментальные результаты анализа поведения пяти файлов разного формата в нескольких Sandbox-систем с целью детектирования их вредоносного функционала. Последний раздел содержит заключение.

2 Методы уклонения вредоносного ПО для обхода «песочниц»

Технологии и векторы атак меняются быстрыми темпами, появляются новые поколения скрытых атак, которые не обнаруживаются стандартными средствами защиты информации. Для максимизации уровня обнаружения угроз и минимизации ложных срабатываний необходимы также и технологии поведенческого анализа нового поколения. В этих условиях раннее обнаружение имеет решающее значение для предотвращения целенаправленных атак от несанкционированного доступа к информационным ресурсам и поддерживающей инфраструктуре компании. Организации и крупные предприятия нуждаются в адаптивных Sandbox-систем, в которых на постоянной основе обновляются методы детектирования атак новых поколений. В связи с этим в данном разделе представлены современные варианты целенаправленных атак, направленные на обход «песочниц». Анализ методов сокрытия следов активности целевого нападения позволяет определить функциональные отличия исследованных в данной работе коммерческих Sandbox-систем.

Использование хакерами методов уклонения приводят к тому, что целевые атаки не детектируются или не исполняются в изолированной среде, а запускаются лишь на рабочей станции – жертве.

Первое поколение скрытых атак связано с детектом виртуализации, то есть возможностью обнаруживать артефакты виртуальных машин (файлы, записи в реестре, какие-то процессы, которые связаны с гипервайзером, виртуальной машиной). Если вредоносное ПО обнаруживает, что находится в виртуальной среде, то оно не запускается, для противодействия детектированию его вредоносности. В этих условиях адаптивная Sandbox-система, ее детектор, который работает на уровне виртуальной машины, должны отслеживать запросы исследуемой malware-программы к ядру операционной системы. Если запрос происходит от того файла, который исследуется в виртуальной машине, Sandbox-система должен давать ему ложные ответы, чтобы вирус не смог распознать, что это виртуализация (например, если файл называется VirtualBox, то он просто переименовывает) (см. рисунок 1).

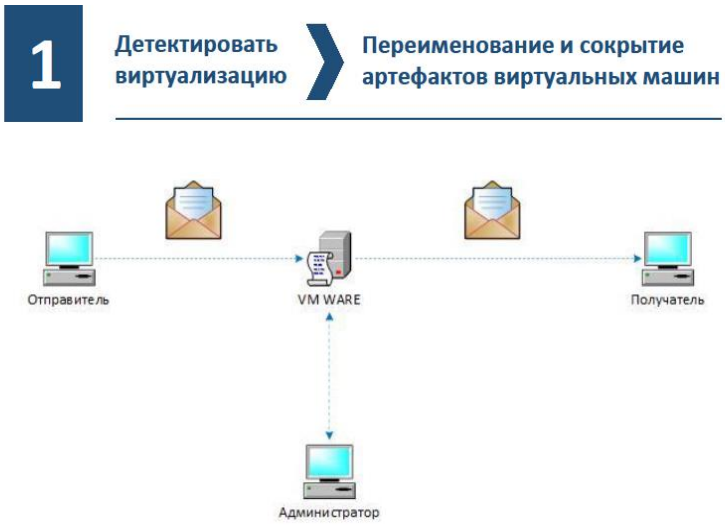


Рис. 1. Первое поколение скрытых атак и метод их детектирования

Второе поколение атак связана с задержкой исполнения. Прежде чем приступить к своей вредоносной активности malware-программы включает таймер задержки на полчаса, так как любое динамическое обследование происходит от 30 секунд до 7 минут в любой Sandbox-системе, соответственно. Следовательно, если использовать задержку, файл включит на исполнение свой вредоносный функционал уже после проверки в «песочнице». Для детектирования атак данного

поколения используется следующий способ: вредоносная программа, делает запрос о системной времени, Sandbox-системе содержит способы ускорения и удаления задержек, ядро (драйвер «песочницы») передает положительный ответ вредоносной программе. Но практически вредоносная программа будет отключаться не на полчаса, а на одну миллисекунд. Кроме того, существует способ микрозадержки исполнения кода циркуляции, т.е., когда ядро Sandbox-системе не сообщит о вредоносной программе «необходимо отключить на полчаса», передаст на выполнение команду «разбить на 100 миллисекунд и выполнить цикл по 100 миллисекунд», заменив тем самым 30 минут (см. рисунок 2). В рамках синхронизации механизмов системные процессы Windows могут отправить запрос на отключение. Если все процессы сообщаются, то можно быстро сменить 100 миллисекунд на 0 везде. Это приводит к тому, что ОС Windows может выйти в аварийный режим. Поэтому во многих песочниках нет механизма при микро-задержках, и, соответственно, не все Sandbox-системы могут детектировать атаки такого типа.

Следующее поколение (поколение 3) целевых атак использует это системный элемент, например, диалоговое окно – инсталлятор для определенной программы. Соответственно, пока не нажмешь на инсталлятор программы «продолжить дальше», «установить», никакие действия не произойдут. Поскольку «песочницы» не умеют этого делать, соответственно, это самый сегодня современный механизм обхода большинства Sandbox-системы. Для противодействия данному методу сокрытия разработчики «tLab» предлагают использовать симулятор пользователя, который фактически выполняет действия, связанные с нажатиям на кнопки «продолжить дальше», он может раскрутить целый инсталлятор до конца, довести до полной инсталляции программы и дальше анализировать поведение потенциально вредоносного ПО (см. рисунок 3).



Рис. 2. Микро-задержка исполнения кода

Атаки четвертого поколения используют несистемные элементы. Дело в том, что системные элементы опрашивают кнопки, опрашивают окно, спрашивают класс окна, спрашивают название окна и дальше уже по нему начинают опрашивать системный элемент. Это набор системных элементов Windows – кнопка, поля редактирования и так далее. Новый способ – это статичное изображение, то есть нет никаких полей, никакого окна, просто есть картинка, которая была создана как скриншот диалогого окна, и там нарисована кнопка. Но когда нажимаешь мышкой на эту картинку, получается, что программа отслеживает координаты нажатия мышки.

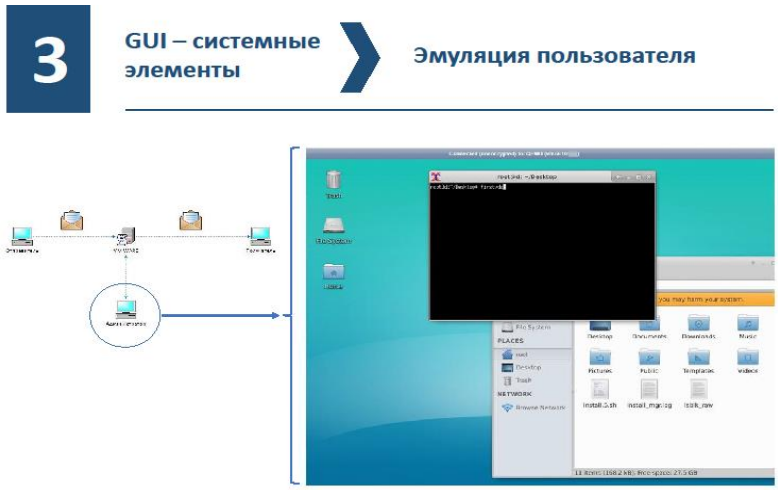


Рис. 3. Эмулирование работы пользователя

Если координаты совпадают с кнопкой, то происходит дальнейшее срабатывание. То есть с точки зрения пользователя, визуально у них ничем отличаться не будет, но когда «песочница» начинает пытаться опрашивать статическое изображение. Система сообщает: здесь наблюдается только картинка, нет никаких кнопок и других программ.

«tLab» – это единственная в мире «песочница», которая имеет встроенное компьютерное зрение, распознает графические элементы и, соответственно, может сама распознать кнопку, поле «редактирование» с помощью специальных алгоритмов. Он может сказать, что этот нарисованный прямоугольник – это именно кнопка. Вот этот нарисованный прямоугольник – это окно, а вот это – допустим, текстовое поле. И он, соответственно, нажимает на нужные элементы. В итоге этот способ использования статического изображения может обойти любую Sandbox-систему, кроме «tLab».



Рис. 4. Распознование malware-программы 4-го поколения.

3. Краткое описание Sandbox-систем и экспериментальных образцов вредоносных файлов

Большая часть вредоносного кода распространяется через исполняемые файлы, файлы офисных документов и т.д. поэтому рекомендуется открывать документы таких типов с помощью «песочницы». Sandbox-системы предлагают ограниченное системное пространство для запуска ненадежных подозрительных исполняемых файлов и обеспечивают защищенную среду для хост-системы. Вредоносные файлы выполняются в среде, которая не имеет доступа к сетевым ресурсам хост-машины, файловой системе и не может повредить хост-устройство. Хорошая идея - предоставить комплексное решение для расследования вредоносных программ, предоставив строго контролируемую среду для

проведения расследования. Ниже представлены некоторые из популярных «песочниц», которые чаще всего используются исследователями безопасности.

Sandblast CheckPoint использует эмуляцию угроз для проверки на уровне процессора инструкций кода в виртуальной среде, чтобы остановить атаки на этапе эксплойта (белый список операций с кодом) до того, как вредоносное ПО сможет развернуться и избежать обнаружения [6]. SandBlast также использует извлечение угроз для доставки безопасного содержимого или чистых и восстановленных версий файлов [7].

Deep Discovery Analyzer от Trend Micro предоставляет пользователям изолированную программную среду Analyzer для расширенного анализа, используя несколько методов обнаружения. Исследует широкий спектр исполняемых файлов: Windows, Microsoft® Office, PDF, веб-файлы и сжатые файлы. Обнаруживает вредоносные программы и эксплойты, распространяемые в распространенных форматах документов, с помощью специального обнаружения и изолированной среды. Выполняет анализ URL-адресов, содержащихся в электронных письмах или отправленных вручную образцах. Автоматически делится новыми интеллектуальными возможностями обнаружения с помощью продуктов Trend Micro и сторонних производителей [8].

tLab от T&T Security – казахстанская система для анализа и обнаружения современных сложных вредоносных программ, в том числе ориентированных на пользователя и целевых атак [10]. Благодаря используемым технологиям tLab идентифицирует и описывает поведение вредоносных программ на различных уровнях семантики, что делает его очень полезным для кластерного анализа [1]. Технически система использует защищенные контейнеры, позволяющие пользователю выполнять анализ среды вредоносного действия в зависимости от среды выполнения. Чтобы обеспечить эффективное обнаружение вредоносных программ, в tLab имеется технология для глубокого динамического контроля поведения всей системы, которая позволяет проводить структурный анализ и создавать так называемые деревья активности, определенные в области функциональных возможностей системы. Модифицированные иерархические цветные сети Петри используются для распознавания функциональных возможностей Malware-системы, включая запутанные и распределенные [2].

В эксперименте использованы пять файлов разного формата (см. Таблицу 1). Образцы вредоносных файлов доступны для анализа на [11].

Таблица 1. **Характеристики экспериментальных образцов**

№	Хэш вредоносного объекта	Размер файла	Тип файла
1	SHA256: b1141ed4760e0d383cf52d35ae54ffc1e626106e6a205fa6fed20741421bc361	15 KB (15 000bytes)	Win32.exe
2	SHA256: f811962b88ea672ba97104887cbd7b8ea92de7ae245ce5db3a2ba095c190ef02	15 KB (15 000bytes)	Win32.exe
3	SHA256: 3f3137874145f7960f8f7e345468225bd11a3b14f5fa916af040fe51783cac7b	16 KB (16 000bytes)	.rtf
4	SHA256: a8e88cda2b501328e278849df489e9a911c973fc5f8babe41542dab886285039	100 KB (100 00bytes)	.pdf
5	SHA256: 6dc16bb090a1eff75524e8dd68c58b843a0adc9c6c0b153e8a331ff17c1c0ab8	13 KB (13 000bytes)	Win32.exe

4. Результаты эксперимента

Были задействованы следующие комплексы по обнаружению таргетированных атак от ряда компании:

- Checkpoint – Sandblast (использует два типа виртуальных машин: под управлением операционной системы Windows XP и под управлением операционной системы Windows 7);

- T&T Security – tLab (используют один тип виртуальной машины: под управлением операционной системы Windows 7);

- Trend Micro - Deep Discovery (использует два типа виртуальных машин: под управлением операционной системы Windows XP и под управлением операционной системы Windows 7);

- Fortinet – FortiSandbox (используют один тип виртуальной машины: под управлением операционной системы Windows 7)

В таблице 2 приведены результаты данных испытаний.

Таблица 2 . **Результаты детектирования вредоносных файлов Sandbox-системами**

Тип ОС	1. SHA256: b1141ed4760e0d383cf52d35ae54ffc1e626106e6a205fa6fed20741421bc361			
	Checkpoint (Sandblast)	T&T security (tLab)	Fortinet (FortiSandbox)	TrendMicro (Deep Discovery)
Windows 7	На снимке экрана виртуальной машины “песочницы” вредоносные действия не зафиксированы.	Обнаружено двумя антивирусными системами вредоносное ПО класса "шифровальщик" (WannaCry). Динамическим анализом зафиксирован 31 (тридцать один) процесс выделенных перечнем данных об угрозах (IOC) вариаций обхода "песочницы".	Анализ обнаружения вредоносного ПО отметил угрозу как одобренную с рейтингом «Clean».	Не выявлено
Windows XP	На снимке экрана виртуальной машины “песочницы” замечена вредоносная активность. Произведен анализ из 8 действий за полторы секунды.	ОС не задействована.	ОС не задействована.	Не выявлено
Тип ОС	2. SHA256: f811962b88ea672ba97104887cbd7b8ea92de7ae245ce5db3a2ba095c190ef02			
	Checkpoint (Sandblast)	T&T security (tLab)	Fortinet (FortiSandbox)	TrendMicro (Deep Discovery)
Windows 7	Система провела анализ и определила вредоносное ПО как известное. Динамический анализ в течении 81 (восьмидесяти одной) секунды активности не обнаружил (на снимке экрана виртуальной машины “песочницы” вредоносные действия не зафиксированы).	Система провела анализ и определила вредоносное ПО как известное. Динамический анализ указал все затрагиваемые файлы и процессы. Также были выявлены основные индикаторы компрометации (IOC) На снимках экранов виртуальных машин “песочниц” в итоге виден процесс шифрования ОС.	Анализ обнаружения вредоносного ПО отметил угрозу как одобренную с рейтингом «Clean».	Не выявлено
Windows XP		ОС не задействована.	ОС не задействована.	Не выявлено
Тип ОС	3. SHA256: 3f3137874145f7960f8f7e345468225bd11a3b14f5fa916af040fe51783cac7b			
	Checkpoint (Sandblast)	T&T security (tLab)	Fortinet (FortiSandbox)	TrendMicro (Deep Discovery)
Windows 7	Действия не зафиксированы, исполняемые файлы не содержат вредоносного содержания.	Антивирусное ядро не обнаружило вредоносной активности. Динамический анализ отражает создание нового процесса и извлечение исполняемого файла с последующим удалением системных файлов. На записи	Анализ обнаружения вредоносного ПО отметил угрозу как одобренную с рейтингом «Clean».	Не выявлено

		эмуляции виртуальной машины “песочницы” виден процесс запуска командной строки (cmd).		
Windows XP	Действия не зафиксированы, исполняемые файлы не содержат вредоносного содержания.	ОС не задействована	ОС не задействована	Не выявлено
Тип ОС	4. SHA256: a8e88cda2b501328e278849df489e9a911c973fc5f8babe41542dab886285039			
	Checkpoint (Sandblast)	T&T security (tLab)	Fortinet (FortiSandbox)	TrendMicro (Deep Discovery)
Windows 7	Действия не зафиксированы, исполняемые файлы не содержат вредоносного содержания	Динамический анализ зафиксировал: - создание нового процесса; - закрепление в ОС; - извлечение исполняемого файла который изменяет ключи реестра автозагрузки ОС. На снимке экрана виртуальной машины “песочницы” зафиксирован запуск подозрительного ПО.	Анализ обнаружения вредоносного ПО отметил угрозу как критичную с рейтингом «High Risk»	Не выявлено
Windows XP	Действия не зафиксированы, исполняемые файлы не содержат вредоносного содержания.	ОС не задействована	ОС не задействована	Не выявлено
Тип ОС	5. SHA256: 6dc16bb090a1eff75524e8dd68c58b843a0adc9c6c0b153e8a331ff17c1c0ab8			
	Checkpoint (Sandblast)	T&T security (tLab)	Fortinet (FortiSandbox)	TrendMicro (Deep Discovery)
Windows 7	Действия не зафиксированы, исполняемые файлы не содержат вредоносного содержания.	Статический анализ отобразил критичность уровня вредоносного ПО как Опасное. Динамический анализ зафиксировал: - создание нового процесса и закрепление в ОС с последующим извлечением исполняемого файла - изменение ключей реестра автозагрузки ОС, а также автозагрузки сервиса	Анализ обнаружения вредоносного ПО отметил угрозу как одобренную с рейтингом «Clean».	Не выявлено
Windows XP	Действия не зафиксированы, исполняемые файлы не содержат вредоносного содержания.	ОС не задействована	ОС не задействована	Не выявлено

Как видно из таблицы 2, Checkpoint – «Sandblast» из пяти предоставленных образцов обнаружил два вектора атак, применяя только модель сигнатурного распознавания вредоносного программного обеспечения. Не были обнаружены вредоносные файлы, применяющие технологии обхода «песочницы», т.е. три вида угрозы были пропущены. Также отсутствовала полноценная проверка ссылок в теле письма, ведущих на файловые хранилища типа drop box, а соответственно в рамках mail-gateway данный вектор атак не проверяется.

Trend Micro - Deep Discovery » из пяти предоставленных образцов не обнаружил ни одного вектора атак.

Fortinet – FortiSandbox » из пяти предоставленных образцов обнаружил один вектор атаки, Анализ обнаружения вредоносного ПО отметил угрозу как критичную с рейтингом «High Risk».

T&T Security – tLab из пяти предоставленных образцов обнаружил пять векторов атак. Система tLab провела анализ и определила вредоносное ПО как известное. Динамический анализ указал все затрагиваемые файлы и процессы. Также были выявлены основные индикаторы компрометации (IOC). Статический анализ отобразил критичность уровня вредоносного ПО как опасное.

Заключение

Целью проведения экспериментальный исследований испытаний было сравнение эффективности технологий обнаружения вредоносного ПО, реализованных в нескольких промышленных Sandbox-системы. Выявленные характеристики производительности нескольких «песочниц» связаны с их функциональными различиями по противодействию методов сокрытия атак. Показано, что казахстанский инновационный продукт «tLab» смог обнаружить вредоносный функционал всех исследованных образцов.

В эпоху постоянно развивающихся методов целевых атак, только развитие адаптивных решений Sandbox-систем, созданных небольшими командами, например, «T&T Security» («tLab»), которые постоянно обновляют движок, детектор, постоянно добавляют новые модули для обнаружения вредоносных программ, позволяют повысить эффективность обнаружения и детектирования новых типов целевых атак.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Kopeikin A., Tokhtabayev A., Tashatov N., Satybaldina D. tLab: A System Enabling Malware Clustering Based on Suspicious Activity Trees.// In: Rak J., Bay J., Kotenko I., Popyack L., Skormin V., Szczypiorski K. (eds) Computer Network Security. MMM-ACNS 2017. - Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham.-2017, vol. 10446.-p.195-210.

[2] Tokhtabayev A., Kopeikin A., Tashatov N., Satybaldina D. Malware Analysis and Detection via Activity Trees in User-Dependent Environment. .// In: Rak J., Bay J., Kotenko I., Popyack L., Skormin V., Szczypiorski K. (eds) Computer Network Security. MMM-ACNS 2017. - Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham.-2017, vol. 10446.-p.211-222.

[3] Ö. A. Aslan and R. Samet, A Comprehensive Review on Malware Detection Approaches // *IEEE Access*, vol. 8, pp. 6249-6271, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2963724

[4] K. Yoshioka, Y. Hosobuchi, T. Orii and T. Matsumoto, "Vulnerability in Public Malware Sandbox Analysis Systems," *2010 10th IEEE/IPSJ International Symposium on Applications and the Internet*, Seoul, 2010, pp. 265-268. doi: 10.1109/SAINT.2010.16

[5] S. Jamalpur, Y. S. Navya, P. Raja, G. Tagore and G. R. K. Rao, "Dynamic Malware Analysis Using Cuckoo Sandbox," *2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT)*, Coimbatore, 2018, pp. 1056-1060. doi: 10.1109/ICICCT.2018.8473346.

[6] Check Point, SandBlast Zero-Day Protection Datasheet, May 2016 url: https://www.checkpoint.com/products/advanced-network-threat-prevention/ (visited on 06/12/2019).

[7] P. K. K. Loh and B. W. Y. Loh, "Cells — A novel IOT security approach," *2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, Singapore, 2016, pp. 3716-3719. doi: 10.1109/TENCON.2016.7848753

[8] Trend Micro. Deep Discovery Analyzer. url: https://www.trendmicro.com/ en_ca/business/products/network/advanced-threat-protection/analyzer.html (visited on 06/12/2019).

[9] Fortinet. FortiSandbox. url: https://www.fortinet.com/products/sandbox/fortisandbox.html (visited on 06/12/2019).

[10] TOKHTABAYEV A G. Intellectual hardware antiviral system for detecting and preventing malware software, has manipulating objects recognition module that transmits recognition manipulating objects on subsystem level. Патент KZ30984-A4. Основной идентификационный номер Derwent: 2019-209821

[11] http://www.malware-traffic-analysis.net

Абдиев Б., Карымсакова Н., Сатыбалдина Д.

Мақсатты шабуылдардан қорғау жөніндегі сынақ (тестілік) іс-шараларын жүргізу

Түйіндеме: Жұмыста Sandbox-жүйелерді айналып өтуге бағытталған мақсатты шабуылдарды жасырудың қазіргі заманғы әдістері қарастырылған. Эксперименттік үлгілердің зиянды функционалын детектеудің тиімділігін анықтау мақсатында бірнеше коммерциялық Sandbox-жүйелердегі әртүрлі форматтағы бес файлды мінез-құлықтық талдау нәтижелері келтірілген. Зерттелген "құмсалғыштардың" өнімділігі бірнеше ұрпақ шабуылдарының іздерін жасыруды азайту тәсілдерін іске асырумен байланысты.

Түйінді сөздер: зиянды бағдарламалық қамтамасыз ету, зиянды файлды анықтау, таргеттелген шабуыл, Sandbox-жүйе.

UDC 004.9

K.S. Imanbaev, B.D. Sharipova, S.D. Dzhanuzakov, A.S. Dzhanuzakov
(Almaty technological University Almaty, Kazakhstan)
E-mail: k_imanbayev@mail.ru

ALGEBRAIC REPRESENTATION OF THE HIERARCHICAL STRUCTURE INFORMATION SYSTEM

Abstract. In this paper, we consider some variants of methods for analyzing the structure and state of the information system of the hierarchical structure and show that the hierarchical approach plays a fundamental role in the analysis of the information system.

Keywords: information system, hierarchical structure, optimization, relationships, cluster, level.

К.С. Иманбаев, Б.Д. Шарипова, С.Д Джанузаков, А.С. Джанузаков
(Алматинский технологический университет, Алматы, Қазақстан)
E-mail: k_imanbayev@mail.ru

АЛГЕБРАИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены некоторые разновидности методов анализа структур и состояния информационной системы иерархической структуры и показано, что для анализа информационной системы фундаментальную роль играет иерархический подход.

Ключевые слова: информационная система, иерархическая структура, оптимизация, отношения, кластер, уровень.

В научной литературе об иерархических системах [1] отмечается, что иерархия является исключительно мощной умозрительной моделью для анализа информационных систем. И независимо от того, хотят ли при этом понять структуру и характер функционирования системы или рассматривают лишь функциональные взаимодействия ее элементов, исследуется иерархическая модель этой системы.

Представление информационной системы $\sum$ в виде многоуровневой конструкции из взаимодействующих элементов имеет своей целью изучение ее по частям. Эти части представляют собой подсистемы различных уровней, на которые разбивается исходная система. Поскольку подсистемы верхних уровней сами зачастую являются сложными и разбиваются далее, то, на самом деле, изучению подлежат физически неделимые подсистемы, которые условимся называть элементами. Обозначим через $A=\{a_1,a_2,\ldots,a_n\}$ - конечное множество элементов информационной системы $\sum$. Ниже приводятся некоторые необходимые определения и обозначения, сформулированные для конечных множеств элементов системы $\sum$. Декартовым произведением конечных множеств A и B, символически $A \times B$, называется совокупность всех пар вида: $A\times B=\{\langle a,b\rangle | a\in A, b\in B\}$.

Подмножество R декартова произведения множеств $A \times B$ называется отношением, определенным на паре множеств A,B. Отношение, заданное на паре множеств A,A, называется бинарным отношением, заданным на множестве A. Поскольку отношения, заданные на фиксированной

паре множеств A,B, суть подмножества множества $A \times B$, то в множестве этих отношений применимы любые теоретико-множественные операции. Если R -отношение, определенное на паре множеств A,B то обратным отношением (символически R^{-1}) называется отношение R^{-1}, определенное на паре B,A и состоящее из тех пар $\langle b,a\rangle$ для которых $\langle a,b\rangle \in R$, т.е. $\langle b,a\rangle \in R^{-1} \Leftrightarrow \langle a,b\rangle \in R$.

Отношение R, определенное на паре множеств A,B, называется отображением A в B, если для любого $a \in A$ существует один и только один элемент $b \in B$, удовлетворяющий отношению $\langle a,b\rangle \in R$. Элемент b называется образом элемента a при отображении R. Если $b=aR$, то элемент a называется прообразом элемента b при отображении R. Совокупность всех прообразов элемента b в A при данном отображении R называются полным прообразом этого элемента в A.

Отображение R множества A множество B называется отображением A на B если каждый элемент $b \in B$ имеет в A хотя бы один прообраз. Отображение R множества A на множество B называется взаимно-однозначным, если обратное отношение R^{-1} является отображением B на A.

Пусть R - какое-нибудь отображение множества A в себя и $aR=b$. Тогда говорят, что отображение R переводит точку a в точку b. Если $aR=a$, то a называется неподвижной точкой отображения R.

Бинарное отношение R на множестве A называется отношением эквивалентности или просто эквивалентностью на A,если для любых $a,b,c \in A$:

1) $\langle a,a\rangle \in R$ (рефлективность),

2) $\langle a,b\rangle \in R \Longrightarrow \langle b,a\rangle \in R$ (симметричность),

3) $\langle a,b\rangle \in R$ & $\langle b,c\rangle \in R \Rightarrow \langle a,c\rangle \in R$ (транзитивность).

Систему $\mathfrak{N}$ непустых подмножеств заданного множества A условимся называть разбиением множества A, если каждый элемент $a \in A$ принадлежит одному и только одному подмножеству из системы $\mathfrak{N}$. Подмножества из $\mathfrak{N}$ называются смежными классами разбиения $\mathfrak{N}$. С каждым разбиением $\mathfrak{N}$ свяжем бинарное отношение R на A. Ясно, что отношение R есть эквива- лентность. Оно называется эквивалентностью, отвечающей разбиению $\mathfrak{N}$.

Совокупность всех смежных классов множества A по эквивалентности R обозначается через A_R и называется фактор-множеством от A по R. Однозначное отображение $A \rightarrow A_R$, при котором каждый элемент a из A переходит в содержащий его смежный класс $[a]$, называется каноническим отображением A на A_R.

Отображение α совокупности $A \times A$ в A называется функцией из $A \times A$ в A. Элемент $c \in A$, отвечающий элементу $\langle a,b\rangle, a \in A, b \in A$, при отображении α, называется значением функции α в точке $\langle a,b\rangle$ и обозначается $\alpha\langle a,b\rangle$. Функция α, определенная на A со значениями в множестве $\{0,1\}$, называется предикатом на A. Совокупность тех последовательностей $\langle a,b\rangle$ из $A \times A$, для которых $\alpha\langle a,b\rangle=1$ называется отношением на A, отвечающим предикату α. Функция на A со значениями в A называется операцией на A.

Пусть α,β - некоторые натуральные числа. Пусть $w(\alpha)$ и $w(\beta)$ множества всех натуральных чисел, соответственно, строго меньших чисел α и β. Типом τ порядка $\langle \alpha,\beta \rangle$ условимся называть пару отображений $w(\alpha) \rightarrow N, w(\beta) \rightarrow N$ множеств $w(\alpha)$, $w(\beta)$ в множество $N=\{0,1,\ldots,n-1\}$. Тип τ будем обозначать в виде $\tau=\langle m_0,m_1,\ldots,m_k; n_0,n_1\ldots,n_e\rangle$, где $k< \alpha$ и $e< \beta$.

Алгебраической системой (или просто системой) типа τ называется объект $\mathfrak{N}=\langle A; Q_F,Q_R\rangle$, состоящий из трех множеств: непустого множества A, множества операций $Q_F=\{F_0,F_1,\ldots,F_k\}$, определенных на множестве A для каждого $k< \alpha$, и множество предикатов $Q_R=\{R_1,R_2,\ldots,Re\}$ заданных на множестве A для каждого $e< \beta$, причем местности рассматриваемых операций и предикатов должны удовлетворять условиям: $n(F_k)= m_k$ для всех $k< \alpha$ и $n(Re)= n_e$ для всех $e< \beta$. Множество A называется носителем или основным множеством системы $\mathfrak{N}$, а его элементы – элементами системы $\mathfrak{N}$.

В отличие от других операций и предикатов, которые могут быть определены на множестве A, операции $F_k(k<\alpha)$ и предикаты $Re(e< \beta)$ называются основными и главными. Объединяя множества Q_F и Q_R системы $\mathfrak{N}$ и полагая $Q= Q_F \cup Q_R$, мы сможем записать систему $\mathfrak{N}$ более кратко: $\mathfrak{N}=\langle A,Q\rangle$. Алгебраическая система $\mathfrak{N}=\langle A,Q\rangle$ называется алгеброй, если $Q_R= \emptyset$, и моделью (или реляционной системой), если $Q_F= \emptyset$.

Изоморфизмом алгебраической системы $\mathfrak{N}=\langle A;F_0,F_1,\ldots,F_k; R_0,R_1,\ldots,R_e\rangle$ типа τ в алгебраическую систему $\beta=\langle B; G_0,G_1,\ldots,G_k; Q_0,Q_1,\ldots,Q_e\rangle$ того же типа τ называется взаимно-однозначное отображение φ системы $\mathfrak{N}$ в систему β, сохраняющее главные операции и главные предикаты системы $\mathfrak{N}$ т.е. удовлетворяющие условиям:

$F_k(a_1,a_2,\ldots,a_{mk})\varphi= G_k(a_1\varphi,a_2\varphi,\ldots, a_{mk}\varphi)$, $R_e(a_1,a_2,\ldots,a_{nk})\varphi \Leftrightarrow Q_e(a_1\varphi,a_2\varphi,\ldots,a_{nk}\varphi)$, для всех a из A, для всех $k<\alpha$ и для всех $e< \beta$.

Изоморфизм φ системы $\mathfrak{N}$ в однотипную систему β, при котором основное множество A системы $\mathfrak{N}$ отображается на основное множество B системы β, называется изоморфизмом системы $\mathfrak{N}$ на систему β. Гомоморфизмом системы $\mathfrak{N}$ в однотипную ей систему β называется отображение φ системы $\mathfrak{N}$ в систему β, удовлетворяющую условию (1) и условию

$$Re(a_1,a_2,\ldots,a_{nk})\varphi \Rightarrow Qe(a_{1\varphi}, a_{2\varphi},\ldots,a_{ne}\varphi).$$

Бинарное отношение $\leq$ на множестве A называется частичным порядком, если оно рефлексивно, транзитивно и антисимметрично:

$$\forall a,b \in A\ [a \leq b\ \&\ b \leq a \Rightarrow a=b].$$

Частичный порядок $\leq$ на множестве A называется линейным порядком, если любые два элемента a,b из A сравнимы относительно $\leq$. Для любого соотношения типа $a \leq b$ (при этом говорится, что b содержит a) можно определить $a<b$ положив, что $a \neq b$. Говорят, что b непосредственно покрывает (доминирует над) a, если $a<b$ и не существует такого c, что $a<c<b$. Упорядоченные множества с конечным числом элементов можно условно представить в виде направленного графа [2]. Каждый элемент системы представляет собой вершину графа так, что если $b<a$, то дуга направлена от a к b.

Просто упорядоченное или вполне упорядоченное множество (называемое также цепью) - это упорядоченное множество, обладающее дополнительным свойством, состоящим в том, что если $a,b \in A$, то либо $a \leq b$, либо $b \leq a$. Подмножество B упорядоченного множества A считается ограниченным сверху, если существует элемент $a \in A$ такой, что $b \leq a$ для каждого $b \in B$. Элемент a называется верхней границей подмножества B. Элемент u_1 такой, что $u_1 \leq u$ для всех $u \in U$, где U множество верхних границ, называется точной верхней границей подмножества B в A. Аналогичные определения можно дать для множеств, ограниченных снизу, для нижней границы и точной нижней границы [3].

Верхняя решетка - это упорядоченное множество, в котором два любых элемента a и b имеют точную верхнюю границу. Нижней решеткой называется упорядоченное множество, в котором два любых элемента имеют точную нижнюю границу. Решетка - это упорядоченное множество, которое одновременно является и верхней и низшей решеткой. Существует много способов определения иерархии. Опишем способ, который больше всего соответствует нашим требованиям. Для любого элемента, а из упорядоченного множества A, пусть $a-=\{ba$ покрывает $b\}$ и $a+=\{bb$ покрывает $a\}$.

Пусть A - конечная верхняя решетка, а a_1 - ее самый большой элемент. Множество A является иерархией, если выполняются следующие условия:

1) существует разбиение A на множества $A_k(k=1,2,\ldots,h)$, где $A_1=\{a_1\}$;

2) из $a \in A_k$ следует, что $a- \subset A_{k+1}(k=1,2,\ldots,h-1)$;

3) из $a \in A_k$, следует, что $a+ \subset A_{k-1}(k=2,3,\ldots,h)$.

Множества $A_k(k=1,2,\ldots,h)$ являются уровнями иерархии.

Иерархия называется полной, если для всех $a \in A_k$ множество $a+= A_{k-1}$, при $k=2,3,\ldots,h$. Пусть $\mathfrak{N}=\{A_1,A_2,\ldots,A_h\}$, где $h= 2n$, множество всех подмножеств $A=\{a_1,a_2,\ldots,a_n\}$. Из $\mathfrak{N}$ выделим вполне упорядоченное множество $\mathfrak{N}_1=\langle\{A_1,A_2,\ldots,A_{h1}\}; \subseteq\rangle$ типа $\tau= \langle 2\rangle$, где $h_1<h$.

В $\mathfrak{N}_1$ для всякого элемента A, который не содержит все элементы $\mathfrak{N}_1$, имеется единственный элемент A_1 такой, что $A \subset A_1$ и $A_1 \subseteq B$ для всякого элемента $B \in \mathfrak{N}_1$, содержащего A. Элемент A называется непосредственно предшествующим для A_1. В свою очередь элемент A_1 называется непосредственно следующим за A. Элемент из A, не имеющей непосредственно следующего в A_1, называется предельным. Первоначальная последовательность изоморфизмов $A_1\varphi_1 \rightarrow A_2\varphi_2 \rightarrow \ldots \rightarrow A\varphi_{h1-1} \rightarrow A_{h1}$ называется прямым спектром, а A_{h1} - пределом этого спектра.

По принципам разбиения элементов системы на подсистемы различают структуру систем, в которые элементы объединяются по функциональному и объектному признакам. В зависимости от постоянства числа элементов системы и связи между ними различают функции системы с постоянной и переменной структурами. Заметим, что в процессе функционирования системы с постоянной структурой, отношения между элементами определены. В случае системы с переменной структурой эти связи между элементами могут меняться.

Вводимые ниже некоторые характеристики связей между элементами внутри системы и элементов с внешней средой могут быть использованы для изучения некоторых вопросов, связанных со структурой систем. Математическое описание структурных соотношений позволяет четко

определить различные структурные образования в системе и провести классификацию элементов и подсистем.

Первым свойством, присущим иерархической системе, является наличие в ней некоторого конечного множества A функционирующих элементов. На структуру множества A не накладывается никаких предварительных условий. Затем выделяется множество $\tau=\{\gamma\}$ задач или целей системы и предполагается, что множество τ является идемпотентной полугруппой. Операция умножения $\cdot$ соответствует при этом последовательному выполнению задач ($\gamma_1\cdot\gamma_2=\gamma_3$) , а условие идемпотентности ($\gamma_2=\gamma$) выражает тот факт, что повторное решение одной и той же задачи эквивалентно ее однократному решению. Можно показать, что полугруппа τ не всегда является коммутативной ($\gamma_1\cdot\gamma_2\neq\gamma_2\cdot\gamma_1$).

Следующей важной чертой как технических, так и организационных систем является наличие между их элементами $a\in A$ некоторых отношений подчинения или зависимости. С этой целью введем множество R интерпретируемое как множество групп показателей, по которым формируется отчетность, и множество R_1 - возможных способов управления подчиненным объектом. Определим на множестве R и R_1 операции $\cup$ и $\cap$, превратив их в дистрибутивные решетки с минимальным элементом O. Определим отображение $\psi:\tau\times R\times R_1\to R\times R_1$, удовлетворяющее некоторым условиям [5].

Введение в множествах R и R_1 структуры дистрибутивам решеток объясняется тем, что для любых двух наборов отчетных показателей или управляющих воздействий определены их точная верхняя и нижняя грани (как, например, объединение и пересечение множеств характеристик). Дистрибутивность R и R_1 является естественным отображением того факта, что решетки подмножеств всякого множества дистрибутивны [5].

Отображение ψ определяет действие множества задач на отчетные и управляющие показатели. В частности, в анализируемых системах это условие может интерпретироваться как наличие операторов $\gamma\in\tau$ на решетках R и R_1, действие которых «согласовано» с операцией умножения τ и операциями $\cup$ и $\cap$ в R и R_1.

Следующее важное понятие, характеризующее рассматриваемую систему - это понятие иерархии (иерархической структуры). Иерархическая структура задается отображением $\psi:A\times A\to R\times R_1$, удовлетворяющим следующим условиям:

$J_1.\varphi(a,a)\geq\varphi(a,b)$ для всех $a,b\in A$;

$J_2.\varphi(a,b)\cap\varphi(b,a)=0$ для всех $a,b\in A$ $(a\neq b)$;

$J_3.\varphi(a,b)\cap\varphi(b,a)\subseteq\varphi(a,c)$ для всех $a,b,c\in A$.

Веденное определение иерархии позволяет относить каждой паре элементов $a,b\in A$ информацию $z\in R$, которую элемент a представляет управляющему элементу b и набор руководящих указаний $z'\in R_1$, которые элемент b осуществляет по отношению к a.

Свойства J_1 иерархической структуры соответствуют следующим соотношениям между элементами a и b из множества A:

а) информация, которую элемент а передает любому другому элементу b не превосходит той информации, которой располагает элемент a;

б) управление, которое может осуществлять любой элемент b над a не превосходит того управления, которым над a располагает сам элемент a.

Свойство J_2 интерпретируется следующим образом:

а) элементы a и b не могут отчитываться друг перед другом по одним и тем же показателям (характеристикам);

б) элементы a и b не могут осуществлять управления один над другим по одним и тем же показателям.

Наконец, интерпретация свойства J_3 представляет собой следующую пару утверждений для элементов $a,b,c\in A$:

а) если элемент a представляет информацию элементу b, а элемент b направляет ее элементу c, то эту информацию a представляет c;

б) если некоторое указание (управление) c передает элементу b, в свою очередь, передает их элементу a, то это управление входит в множество управления от c к a.

Данное определение иерархической структуры обобщает существующее определение иерархии, под которой понимается частично упорядоченное множество. При этом свойства J_1–J_3 соответствуют обычным аксиомам рефлективности, антисимметричности к транзитивности отношения порядка в этом множестве. Естественно возникает вопрос: какие операции на множестве $\mathcal{M}=\{\varphi\}$ иерархических структур индуцируются операциями в дистрибутивных решетках R и R_1? Ответ на этот вопрос получен

в работе, в которой приведены необходимые и достаточные условия для существования в $\mathcal{M}$ - естественных операций объединения и композиций.

Отображение $\psi:\tau\times R\times R_1\to R\times R_1$ индуцирует, в свою очередь, отображение $\tau\times\mathcal{M}\to\mathcal{M}$ с помощью следующего правила: если $\varphi(a,a_1)=(r,r_1)$, то $\tau\times\varphi(a,a_1)=\psi(\gamma,r,r_1)$. При этом можно показать, что отображение согласовано с операциями $\mathcal{M}$ и τ. Множество $\mathcal{M}$ можно интерпретировать с помощью матричного и графического представления. Представление с графов разбивает множество $\mathcal{M}$ на классы $\bar{\mathcal{M}}$ эквивалентных в некотором смысле иерархии. Строение множества $\mathcal{M}$ тесно связано с инвариантами в теории графов [5].

Такой подход позволяет рассматривать различные типы иерархических систем с общих позиций и привлекает для анализа достаточно развитый к настоящему времени аппарат абстрактной алгебры. Круг вопросов, возникающих в связи с описанным подходом, весьма разнообразен. В частности, сюда входят математические задачи исследования введенных алгебраических структур, а также связей между ними. Использование аппарата общей алгебры может позволить представить функциональную структуру в виде композиции этих структур достаточно простого вида. Можно показать, что иерархические структуры, состоящие из страт, слоев и эшелонов, можно описать с помощью приведенных алгебраических понятий.

Будем говорить, что множество τ определяет на множестве A левый внешний закон композиций, если задано отображение Ф: $\tau\times\tau\to A$. Заметим, что внутренний закон композиций есть частный случай внешнего закона, если $\tau=A$. Если на множестве A определены внешние законы композиции Q_1, то их возникновение связано с наличием множеств операций $\{\tau_\alpha\}\alpha\in Q_1$, действующих на множестве A. Таким образом, при наличии на A внутренних и внешних законов композиции алгеброй $\mathfrak{N}$ можно понимать набор множеств $\{A,\tau_1,\tau_2,\ldots,\tau_\alpha\}$ в отображения F_ω: $A_2\to A$, F_α: $\tau_\alpha\times A\to A$ где $\omega\in Q$, $\alpha\in Q_1$ определяющих внутренние и внешние законы композиции. Обобщая эту ситуацию, мы приходим к понятию многоосновной алгебраической системы.

Будем говорить, что набор $\{A_1,A_2,\ldots,A_e\}$ задает многоосновную алгебраическую систему, если A_i (i=1,2,…,e) алгебраические структуры с внутренними и внешними законами композиции, причем множества операторов, определяющие внешние законы композиции, причем множества операторов определяющие внешние законы композиции лежат среди A_i (i=1,2,…,e). Теперь, имея представление о системе как совокупности функциональных структур стандартного вида, можно решить некоторые качественные и количественные задачи анализа иерархических систем.

Пусть $A=\{a_1,a_2,\ldots,a_n\}$ - конечное множество элементов анализируемой информационной системы, a_1 - его выделенный элемент, и $a_i\in E^m$ –евклидовое пространство(i=1,2,…,$|A|$). Требуется описать процедуру построения оптимальной структуры множества A в E^m. Задачу построения оптимальной структуры иерархических систем будем решать поэтапно.

1. Задача построения структуры множества A в E^m.

Пусть A - конечное множество, а a_1 - его выделенный элемент, и $a_i\in E^m$(i=1,2,…,$|A|$). Требуется при помощи конечной процедуры построить структуру P множества A в E^m.

Из [4] известно, что эта задача структурного анализа информационных систем, выявляющая различные отношения между элементами системы, и позволяющая найти так называемые типичные стуктурные конфигурации (цепи, циклы, контуры и т.п.), играющая важную роль в определении возможностей системы по передаче и переработке информации.

2. Задача преобразования структур множества A в E^m.

Пусть A - конечное множество, а a_1 - его выделенный элемент, и $a_i\in E^m$(i=1,2,…,$|A|$). Пусть P_0 некоторая структура множества A, полученная при помощи действия выше предложенного алгоритма. Требуется описать процедуру преобразования структуры P_0 множество A в E^m.

Особую роль здесь играют формальные структурные преобразования, когда исходная структура системы преобразуется в другую. Пример, некоторая подсистема может расчленяться на ряд более мелких подсистем или, напротив, ряд элементов объединяются в одну подсистему. Такие преобразования играют важную роль на этапе анализа, когда решается вопрос и возможности построения структуры, обладающей заданными свойствами, имея некоторый стандартный набор элементов.

3.Задача выбора оптимальной структуры из $\mathcal{P}$.

$a_i\in E^m$(i=1,2,…,$|A|$). Пусть $\mathcal{P}$ - допустимое множество структур элементов A в E^m и $A_{1e},A_{2e},\ldots,A_{ke}$ ($k_e\leq n$) уровни структуры Pe из $\mathcal{P}$. Также известными считаются:

а) $u(a)$ - количество информации на элемент $a\in A$;

б) (u_v,n_v) пара весов, налагаемых на уровни структуры Pe, где u_v - количество информации, обрабатываемой внутри уровня, n_v - количество элементов, образующих уровень Ave.

Введем в рассмотрение ограничения:

$$\sum u(a) \leq u_v,\ v=1,2,\ldots,k_e\ ,\ a \in Av_\ell \quad (1)$$

$$\sum 1 \leq n_v,\ v=1,2,\ldots,k_e\ ,\ a \in Av_\ell \quad (2)$$

Целевая функция отражает минимизацию связей между уровнями:

$$F=\sum\sum Cab \rightarrow min, \text{ где } b \in Av\ell \text{ и } a \in Av\ell \quad (3)$$

Требуется описать процедуру выбора структуры $Pe \in \mathcal{P}$, оптимальной в смысле (1) - (3). Неравенства (1) в (2) называются ограничениями в смысле управляемости, т.е. число необходимых уровней структуры непосредственно связано с возможностями переработки информации на каждом уровне.

Задача выбора оптимальной структуры $P_e \in \mathcal{P}$ сводится к поиску совокупности подграфов, удовлетворяющих заданной целевой функции (3) и ограничениям (1) - (2). Результат работы алгоритмов, изложенных ниже дает решение задачи построения оптимальной структуры в смысле управляемости множества A в E^m. Возможно бесконечное разнообразие некоторых структур иерархического типа. Некоторые из них вообще неэффективны, другие подходят для одной ситуации и не подходят для другой. Иначе говоря,

задача построения оптимальной структуры системы чрезвычайно сложна.

Вместе с тем, приходится констатировать, что методы структурного анализа системы тесно взаимосвязаны с методами анализа динамики ее отдельных элементов. Процесс функционирования систем может включать в себя ряд этапов, на каждом из которых перед системой ставятся определенные цели, которые она должна достичь, и структура системы должна развиваться таким образом, чтобы быть приспособленной к этим изменениям. В зависимости от степени информированности о характере последующего развития могут быть выделены модели развития структуры систем с заданным конечным состоянием и с рядом промежуточных восстанавливаемых состояний[2].

Сформулируем задачу распознавания состояния функционирования информационной системы иерархической структуры.

Пусть A - конечное множество, а a_1 - его выделенный элемент и $a_i \in E^m (i=1,2,\ldots,|A|)$. Пусть $\mathfrak{N}= \langle Av_1, Am_\ell, A;\ \subseteq \rangle$ - оптимальное иерархическое представление множества $A \subset E^m$, $v=1,2,\ldots,k_1$; $\mu_e = 1,2,\ldots,k_e$.

Рассмотрим над пространство E^M пространства E^m, полученное включением в E^m набора признаков, описывающих состояния элементов множества A. Обозначим через $Sa \subset E^M$ множество состояний элемента $a \in A_{v1} (v=1,2,\ldots,k_1)$. Требуется описать процедуру распознавания состояния $A\mu_e (\mu_e =1,2,\ldots,ke)$ и A структуры $\mathfrak{N}_0$.

Основное внимание в настоящей работе уделяется методам анализа структуры при неизвестных принципах и алгоритмах функционирования систем. В основу предложенного подхода анализа структуры систем положен принцип последовательного анализа допустимых вариантов построения отдельных элементов, частей и систем в целом с последующим выбором на допустимом множестве структуры системы наилучшего варианта ее реализации и развития.

В заключение отметим, что в настоящей работе рассмотрены некоторые разновидности методов анализа структур и состояния информационной системы иерархической структуры. Подводя итоги, можно сказать, что для анализа информационной системы фундаментальную роль играет иерархический подход.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. М., Наука, 1974

[2] Биркгоф Г., Барти П. Современная прикладная алгебра М., Мир, 1976

[3] Гретцер Г. Общая теория решеток. М., Мир, 1982.

[4]Ахо А., Хопкрофт Д.Ж., Ульман ДЖ., Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М., “Мир”, 1979.

[5] Джанузаков С.Д. Алгебраические методы анализа сложных систем иерархической структуры. Журнал вычислительной математики и математической физики. Том 25, №12, М., Наука, 1985.

Иманбаев Қ.С., Шәріпова Б.Д., Джанузаков С.Д, Джанузаков А.С.

Иерархиялық құрылымды ақпараттық жүйелердің алгебралық ұсынылуы

Аңдатпа. Бұл мақалада ақпараттық жүйенің құрылымы мен күйін, иерархиялық құрылымын талдау әдістерінің кейбір түрлері қарастырылған, және ақпараттық жүйені талдауда иерархиялық тәсіл маңызды орын алатыны көрсетілген.

Түйінді сөздер: ақпараттық жүйе, иерархиялық құрылым, оңтайландыру, қатынастар, кластер, деңгей.

К 656.073

A. U. Tabylov, G. Zh. Bulekbayeva
(Caspian State University of Technology and Engineering named
after Sh. Yesenov, mira_gul@mail.ru)

OPTIMIZATION OF SEAPORT OPERATIONS BY SPECIALIZING IN BERTHS AND WAREHOUSES SEAL PORTS

Abstract: The article substantiates the necessity to improve the operation mode of sea ports on the basis of specialization of berths and warehouses. Specialization of berths and seaport warehouses is based on a set of organizational, technical and economic measures to secure certain cargo flows to certain berths and warehouses. Specialization of berths and warehouses for rational distribution of cargo flows on berths, advance preparation of cargoes for shipment, concentration of cargoes at the vessel's side, better use of vessel's space and reduction of vessel's parking time provides for optimal use of port's technical facilities, increases port's capacity, ensures high performance through reduction of vessel's parking time and lowers operational costs for transshipment operations.

Key words: operating mode of seaports specialization of berths and warehouses, vessel cargo berths, cargo flows, production resources of the port, cost price and income from transportation.

А.У. Табылов, Г.Ж. Булекбаева
(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга
им. Ш. Есенова, г Актау, Казахстан)

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ МОРСКИХ ПОРТОВ ПУТЕМ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПРИЧАЛОВ И СКЛАДОВ МОРСКИХ ПОРТОВ

Аннотация: В статье выполнено обоснование необходимости совершенствования режима работы морских портов на основе специализации причалов и складов. Специализация причалов и складов морских портов осуществляется на основе комплекса организационных, технических и экономических мероприятий по закреплениям отдельных грузопотоков за определенными причалами и складами Специализация причалов и складов в целях рационального распределения грузопотоков по причалам, заблаговременной подготовки грузов к отправке, сосредоточения грузов у борта судна, лучшего использования вместимости судовых помещений и сокращения стояночного времени предусматривает оптимальное использование технических средств порта, повышает пропускную способность порта, обеспечивает высокие производственные показатели на основе сокращения стояночного времени судов и уменьшения эксплуатационных расходов на перегрузочных операциях.

Ключевые слова: режима работы морских портов специализация причалов и складов, судно грузовые причалы, грузопотоки, производственные ресурсы порта, себестоимость и доходы от перевозок.

В связи с задачами расширения присутствия национального морского торгового флота РК на рынке морских грузоперевозок в Каспийском море и повышения его конкурентоспособности актуальны вопросы совершенствования существующих и внедрения новых методов эксплуатации флота и портов, совершенствования коммерческой и грузовой деятельности морских портов.

Поиск и обоснование прогрессивных методов, отвечающих современным требованиям,

постоянно ведутся в морских портах стран ближнего и дальнего зарубежья. Большая работа в этом направлении была проделана во Владивостокском морском торговом порту (Россия). Здесь был проведен глубокий анализ производственной деятельности порта, определены факторы, снижающие интенсивность грузовых работ, установлены причины непроизводительных простоев флота, выявлены резервы производственных мощностей порта и на этой основе разработан комплекс организационных, технических и экономических мероприятий, позволивших коллективу порта перейти на новую форму организации работы в оптимальном режиме [1].

Оптимальный режим работы представляет собой такую организацию грузовых работ и полной обработки судов, которая, при данных материально-технических и трудовых ресурсах позволяет добиться максимальной интенсивности обработки флота, значительно сократить время стоянки судов и обеспечить при их обработке минимальные комплексные затраты по флоту и порту. Опыт мировых портов показывает, что для оптимизации режима работы морских портов, совершенствования коммерческой и грузовой деятельности необходимы гармоничность развития производственных мощностей порта и устранение диспропорций в развитии различных звеньев портового хозяйства. В противном случае отдельные звенья явятся причиной снижения интенсивности обработки судов и роста непроизводительных простоев флота. Для перехода порта на работу в оптимальном режиме требуется большая подготовительная работа по организации лучшего использования перегрузочных ресурсов, по обоснованию оптимальной специализации причалов и складов, по определению оптимального числа портовых рабочих и по выполнению других технико-экономических расчетов. Закрепление отдельных грузопотоков за определенными причалами и складами с приспособлением последних для эффективной переработки грузов, составляющих эти грузопотоки, составляет основу специализации причалов и складов (Рис.1).



Рис. 1. Специализация причалов Владивостокского морского торгового порта (Россия)

Грузовые причалы специализируются по родам перерабатываемых грузов, видам плавания и направлениям грузопотоков. При специализации по роду грузов часто исходят из специфических свойств перерабатываемых грузов, ибо для осуществления грузовых работ во многих случаях требуются особые производственные условия. Например, зерновые грузы перегружают, как правило, на причалах, оборудованных элеваторами или механическими амбарами. Выделяют причалы и обособленные районы со специальным оборудованием для перегрузки наливных грузов. Рефрижераторные склады строят для переработки и хранения скоропортящихся грузов. На специализированных причалах (или в специализированных районах) перерабатывают пылящие грузы, к примеру уголь.

Такая специализация, вытекающая из особенностей свойств различных грузов, вызвана недопустимостью их совместных переработки и хранения. Однако если даже нет особых препятствий для переработки различных грузов на одних и тех же причалах, целесообразно при достаточной мощности грузопотока закреплять определенные виды груза за отдельными причалами. В этом случае создаются условия для использования специализированных перегрузочных машин повышенной

производительности, применения наиболее рациональных грузозахватных приспособлений, повышения уровня комплексной механизации перегрузочного процесса. Специализация причалов и складов по видам плавания или направлениям грузопотоков указанных выше преимуществ не дает, ибо в этом случае перерабатываются различные грузы. Однако грузы определенного направления при специализации размещают на одном причале, при этом нет необходимости перевозить груз к причалу со складов, расположенных в разных районах порта [2]. Появляется возможность заблаговременно готовить груз с целью лучшего использования вместимости судовых помещений и для сокращения стояночного времени сосредоточивать груз у борта судна. Специализация определяет возможности упрощения и облегчения планирования и организации перегрузочных процессов, организации диспетчерского руководство грузовыми работами, контроля и учета их выполнений. В целом специализация позволяет оптимальное использование технических средств порта, повышает пропускную способность порта, обеспечивает высокие производственные показатели на основе сокращения стояночного времени судов и уменьшения эксплуатационных расходов на перегрузочных операциях. Специализация причалов и складов с целью рационального распределения грузопотоков по причалам предусматривает разработку и определение возможных вариантов закрепления грузов за причалами и складами, которые сравнивают между собой и из них выбирается оптимальный.

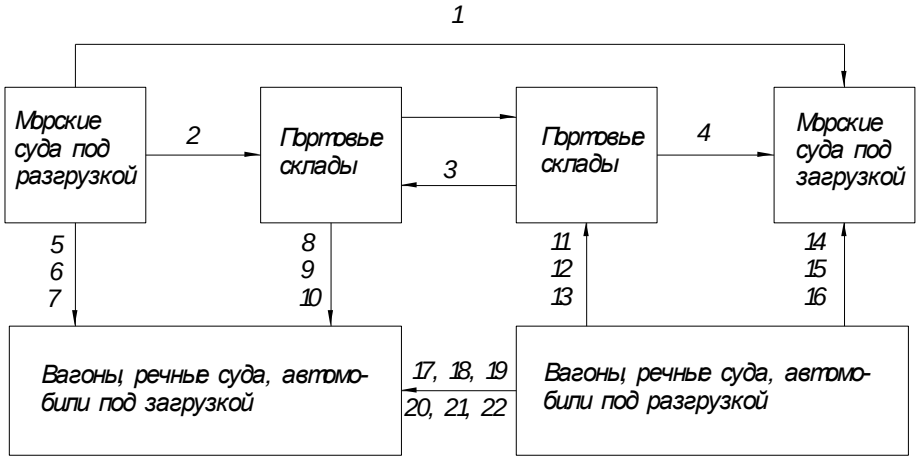


Рис. 2. Варианты прохождения грузов через морской порт

Также главную роль в оптимальном закреплении грузопотоков за причалами и складами играют факторы межотраслевой оптимизации внутрипортового управления на основе эффективного использования перегрузочных ресурсов порта, предусматривающие эффективный подход к расчленению структуры производственного процесса порта. Этот подход предусматривает выделение составных частей технологического процесса погрузочно-разгрузочных работ в привязке к вариантам прохождения грузов через порт (Рис.2). Стрелками на схеме указано направление движения грузов, а цифрами обозначены все возможные варианты, работ: 1 - судно-судно; 2 - судно-склад; 3 - склад-склад; 4 - склад-судно; 5 - судно-вагон; 6 - судно-речное судно; 7 - судно-автомобиль; 8 - склад-вагон; 9 - склад-речное судно; 10 - склад-автомобиль; 11 - вагон-склад; 12 - речное судно-склад; 13 - автомобиль-склад; 14 - вагон-судно; 15 - речное судно-судно; 16 - автомобиль-судно; 17 - вагон-речное судно; 18 - вагон-автомобиль; 19 - речное судно-вагон; 20 — речное судно-автомобиль; 21 - автомобиль-речное судно; 22 - автомобиль-вагон. Зафиксированные таким образом составляющие производственного процесса порта определяют виды внутрипортовых работ — судовыми *1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15,16, 17, 19, 20, 21),* вагонными *(8, 11, 18, 22)* и складскими *(3, 10, 13)* операциями.

При выполнении перечисленных видов работ может возникать необходимость в транспортировке грузов в пределах территории порта на большие расстояния, например; от тыловых складов к судам, между складами разных причалов или районов порта и т. д. Эти операции объединяются в отдельный вид внутрипортовых работ — работу внутрипортового транспорта. Последний вид внутрипортовых работ включает операции, связанные с обслуживанием транспортных и пассажирских судов: предоставление судам топлива, пресной воды, причала, буксира, санитарной баржи, лоцмана и т. д.; оформление прихода и отхода судов; выполнение различных заявок судов, например: на ремонтные работы, обеспечение автотранспортом, перегрузочными, средствами и др.

В соответствии с приведенной классификацией видов внутрипортовых работ осуществляется оперативное планирование работы порта. При этом в первую очередь рассматриваются судовые работы, как с точки зрения грузовой обработки, так и обслуживания судов. Такой подход диктуется тем обстоятельством, что судовые работы являются главным потребителем производственных ресурсов порта и оказывают решающее влияние на общий ритм производственного процесса порта [3].

При длительной работе с однородным грузом и повторяемости одних и тех же операций в процессе грузовых работ совершенствуются производственные навыки и повышается производительность труда докеров. Обработка судов на специализированных причалах ускоряется.

Задача оптимизации плана распределения грузопотоков между причалами и складами порта формулируется следующим образом. Порт имеет *n* причалов и *c* складов для освоения *m* грузопотоков за период T_n.

Исходными данными являются:

- перечень грузопотоков (*i*= 1, 2,..., *m*);

- характеристика каждого грузопотока и его величина Q_i род груза и направление, доля прямого варианта и сроки хранения груза при прохождении через порт;

- тип и загрузка расчетного судна, приведенные затраты за час стоянки;

- размеры причалов, оборудование каждого из них (*j*= 1, 2,...,*c*);

- плановый бюджет времени T_j;

- тип, вместимость, полезная площадь F_j каждого склада (j =1, 2,..., *c*).

По технико-ограничительным признакам допускается:

- использование определенного перечня и числа причалов $n_i \le n$ для освоения *i-го* грузопотока и взаимодействие с каждым *j* -м причалом перечня и числа $c_{ij} \le c$ складов;

- освоение определенного перечня и числа m_j, грузопотоков на *i-м* причале.

Путем составления возможных сочетаний грузопотоков с причалами, освоение которых допускается по технико-ограничительным признакам, и каждого причала с корреспондирующими с ним складами по определенному грузопотоку разрабатывают расстановочные варианты. Каждому варианту, предусматривающему освоение i -го грузопотока на j -м причале и связанном с ним γ -*м* складе, соответствуют показатели:

- удельный расход бюджета времени причала $\tau_{if\gamma}$ (в причало-ч/т);

- удельный расход полезной площади склада $f_{if\gamma}$ (в м^3/т);

- удельные комплексные затраты на грузовые операции и связанную с ними стоянку судов в порту $S_{if\gamma}$ (в руб./т).

Имея исходные данные и показатели по вариантам, необходимо так распределить грузопотоки между причалами и складами, чтобы обеспечить минимум комплексных расходов на освоение всего грузооборота порта за плановый период.

Искомым неизвестным является количество $x_{if\gamma}$ определенного i -го грузопотока, которое рекомендуется осваивать на j -м причале во взаимодействии *с* γ -м складом.

Математическая модель задачи определения оптимального закрепления грузопотоков за причалами и складами при достаточных ресурсах порта имеет следующий вид:

целевая функция выражает комплексные расходы при перегрузке всех грузов, составляющих грузооборот порта:

$$L(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j \in n_i} \sum_{j \in c_{ij}} S_{ij\gamma} X_{ij\gamma} \to \min \qquad (1)$$

Ограничения предусматривают:

1) обязательное освоение всех проходящих через порт грузопотоков:

$$\left.\begin{array}{l}\sum\limits_{i\in n_i}\sum\limits_{\gamma\in c_{ij}} x_{ij\gamma}=Q_i;\\ i=1,2,...,m;\end{array}\right\} \quad (2)$$

2) использование каждого причала в приделах планового бюджета времени:

$$\left.\begin{array}{l}\sum\limits_{i\in mj}\sum\limits_{\gamma\in c_{ij}} \tau_{ij\gamma}\le T_j;\\ j=1,2,...,n;\end{array}\right\} \quad (3)$$

3) загрузку складов в соответствии с их полезной площадью:

$$\left.\begin{array}{l}\sum\limits_{i\in m}\sum\limits_{j\in n_{i\gamma}} = f_{ij\gamma}x_{ij\gamma}\le E_\gamma;\\ \gamma=1,2,...,c;\end{array}\right\} \quad (4)$$

4) знак аргумента:

$$x_{ij\gamma}\ge 0 \quad (5)$$

Необходимо найти значение $x\ i\ f\ \gamma$, минимизирующее целевую функцию.

В связи с многовариантным характером задачи рекомендуется решать ее специальными математическими методами. Одним из них является симплекс — метод линейного программирования.

Расчет экономической эффективности специализации по роду груза рассмотрим на примере выделения одного специализированного причала для переработки груза, который до этого перерабатывался на нескольких причалах порта. Грузооборот рассматриваемого груза при этом остается неизменным. Остальные грузы, перерабатывавшиеся ранее на этом причале, распределены по другим причалам порта [4].

Вследствие совершенствования технологии и организации грузовых работ, повышения норм выработки докеров, более полного использования перегрузочных машин и увеличения их производительности при специализации причала снижаются эксплуатационные расходы благодаря уменьшению себестоимости переработки грузов, сокращению стояночного времени судов и простоев вагонов.

Важным фактором уменьшения эксплуатационных расходов является снижение себестоимости переработки груза.

Если обозначить себестоимость переработки 1 т груза на неспециализированных причалах $S_н$, а на специализированных $S_с$, то экономический эффект $Э_с$ от снижения себестоимости переработки Q т груза может быть определен из выражения:

$$Э_с = (S_н - S_с)Q \quad (6)$$

При подсчете следует помнить, что методика определения удельной себестоимости переработки груза должна быть единой в обоих случаях (до и после специализации причала).

Повышение производительности механизированных линий на специализированном причале дает возможность сократить стояночное время судов под грузовыми операциями. Экономический эффект $Э_в$ вследствие сокращения стояночного времени судов может быть подсчитан по формуле:

$$Э_в = A\cdot\Delta t = A\ Q\ (1/M_н - 1/M_с), \quad (7)$$

где: A - часовая стоимость содержания расчетного типа судна на стоянке, руб.;

Δt - сокращение стояночного времени на специализированном причале, ч;

$M_н$, $M_с$ - интенсивность погрузки-выгрузки принятого груза соответственно до и после специализации причала, т/судо-ч.

При специализации причала может увеличиться также производительность механизированных линий на загрузке-разгрузке вагонов, а время обработки вагонов в порту сократится. Экономический

эффект в этом случае можно определить по формуле:

$$Э_{ж}=A_{ваг} \cdot B\Delta t_{ваг} = A_{ваг} \frac{Q}{q_B}\Delta t_{ваг} \quad (8)$$

где: $A_{ваг}$ - стоимость обработки вагонов, руб./вагоно-ч;

B - число обрабатываемых вагонов;

$\Delta t_{ваг}$ - средняя экономия времени обработки одного вагона, ч;

$q_{в}$ - количество груза в вагоне, т.

Общая экономия эксплуатационных расходов $\sum Э$ по рассмотренным выше статьям при специализации причалов определяется по формуле:

$$\sum Э = Э_{с} + Э_{в} + Э_{ж} \quad (9)$$

Следует иметь в виду, что условия и способы переработки грузов изменяются не только на специализированном причале, но и на других, на которые переданы грузы со специализированного причала. Показатели в целом по порту изменятся. Так, при узкой специализации причалов их взаимозаменяемость затруднена, могут иметь место простои судов в ожидании одних причалов при незанятости других, может возникнуть необходимость в дополнительных операциях по обработке судов. Такого рода изменения вызывают дополнительные расходы, весьма значительные в отдельных случаях и делающие специализацию невыгодной. Поэтому необходим подсчет дополнительных расходов с последующим сравнением их с полученной при специализации экономией средств.

Рассмотрим наиболее характерные составляющие дополнительных расходов при специализации причала. Вследствие неравномерного прихода судов в порт возможны стоянки судов в ожидании освобождения специализированного причала, при этом время ожидания T_0 (в ч) может превысить время стоянок судов в ожидании причалов t_0 (в ч). Дополнительный расход R_0 может быть определен из выражения:

$$R_0 = A(T_0 - t_0) \quad (10)$$

где: A - стоимость содержания расчетного типа судна на стоянке, руб./ч.

При приходе в порт судов, имеющих на борту различные грузы, т. е. композитно-загруженных, появляется необходимость в перешвартовках судов от специализированного причала к другим (или наоборот). Вследствие этого стояночное время может увеличиться и расходы на содержание судов на стоянке возрастут. Появятся также расходы на портовые буксиры, используемые для швартовных операций. Дополнительный расход по этим причинам определится по формуле:

$$R_{п} + R_{б} = \left(t_{н}A + t_{б}A_{б}\right)\Psi \frac{Q}{\alpha D_{r}}\overline{m}; \quad (11)$$

где: $R_{п}$ - дополнительные расходы, связанные с увеличением стояночного времени судов в результате перешвартовки;

$R_{б}$ - дополнительные расходы на портовые буксиры;

$t_{н}$ - норма времени на одну швартовную операцию;

$t_{б}$ - время занятости буксира при одной перешвартовке;

$A_{б}$ - стоимость работы буксира;

Ψ - коэффициент, показывающий ту часть рейсов, при которых суда приходят в порт композитно-загруженными, определяют на основе анализа отчетных и плановых данных;

$\overline{m}$ - среднее число перешвартовок судна за время одного посещения порта, устанавливают путем анализа отчетных и плановых данных.

Дополнительные расходы могут быть также в результате увеличения простоев судов с грузами, переработка которых перенесена со специализированного причала на неспециализированные, и увеличения себестоимости их переработки в результате недостаточного использования перегрузочных машин и по другим причинам. Величину потерь $R_д$ определяют способами, указанными выше.

Суммарные дополнительные расходы $\sum R$ (из рассмотренных составляющих) определяют по формуле:

$$\sum R = R_0 + R_п + R_б + R_д; \tag{12}$$

Выгодность применения специализации устанавливают сравнением $\sum Э$ и. $\sum R$..

Таким образом, выгодность специализации определяют в такой последовательности:

- выявляют изменения условий и организации грузовых работ, вызванные специализацией причалов;
- подсчитывают экономию эксплуатационных расходов или их увеличение (по сравнению с расходами до специализации) в зависимости от характера изменений;
- определяют общую экономию $\sum Э$ эксплуатационных расходов и суммарные дополнительные расходы $\sum R$;
- путем сравнения полученной экономии с дополнительными расходами устанавливают экономический эффект.

Специализация причалов морских портов выгодна при $\sum Э \geq \sum R$; экономический эффект определяют по формуле:

$$\Delta Э = \sum Э - \sum R; \tag{13}$$

Если при специализации причала необходимы капиталовложения, то указанным выше порядком подсчитывают $\Delta Э$ и определяют число лет T окупаемости этих капиталовложений:

$$T = \frac{K}{\Delta Э}; \tag{14}$$

где: K - капиталовложения при специализации причала.

Если число лет окупаемости не превышает допустимой величины, то специализация целесообразна.

С точки зрения народнохозяйственной эффективности следует подсчитывать также ту дополнительную прибыль, которую могут получить морской транспорт от специализации причалов. Дополнительная прибыль может быть получена в результате лучшего использования флота, портовых средств и других факторов. Так, дополнительная прибыль, получаемая вследствие более полного использования флота, может быть подсчитана следующим образом: в результате сокращения стояночного времени под грузовыми операциями при специализации причала суда могут выполнять дополнительные рейсы.

Дополнительный доход $П$ от перевозок на грузовых судах при загрузке судов в одном направлении:

$$П = \left(f_1 - S_1\right)\frac{\Delta t}{t_p}\alpha_1 D_ч; \tag{15}$$

при разгрузке судов в обоих направлениях:

$$П = \left[\left(f_1 - S_1\right)\alpha_1 + \left(f_2 - S_2\right)\alpha_2\right] D_ч \frac{\Delta t}{t_p} \tag{16}$$

В приведенных формулах:

f_1, f_2 - тарифные (или фрахтовые) ставки за перевозку 1 т груза соответственно в прямом и обратном направлениях;

S_1, S_2 - себестоимость перевозки 1 т груза соответственно в прямом и обратном направлениях, руб./т.

Δt - сокращение стояночного времени судов на специализированном причале, сут;

t_p - продолжительность рейса, сут;

α_1, α_2 -коэффициенты использования грузоподъемности судов соответственно в прямом и обратном направлениях;

$D_ч$ - чистая грузоподъемность судна, т.

Рассмотренные выше статьи являются наиболее характерными и вероятными при специализации причалов.

Вывод. В современных условиях развития водного транспорта специализация причалов и складов морских портов обеспечивает высокие производственные показатели на основе сокращения стояночного времени судов и уменьшения эксплуатационных расходов на перегрузочных операциях. Это определяет гармоничность развития производственных мощностей порта и устранение диспропорций в развитии различных звеньев портового хозяйства в целом.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Винников В. В., Быкова Е. Д., Винников С. В. Логистика на водном транспорте: Учебн. пособие для студентов и курсантов высших учебных заведений водного транспорта / Под общей ред. проф. В. В. Винникова. - Одесса: Фешкс, 2004.- 222 с.

[2] Галабурда В.Г., Соколов Ю.И., Королькова Н.В. Логистические основы управления транспортной системой: Учебное пособие. - М.: МИИТ, 2015. – 136 с.

[3] Ветренко Л.Д. Управление работой морского порта: Учебник. – СПб: ЗАО «Строка», 2000. – 264 с.

[4] Магамадов А.Р. Оптимизация оперативного планирования работы порта. – М.: Транспорт, 1979. – 184 с.

Табылов А.У., Булекбаева Г.Ж

Теңіз порттарының айлақтары мен қоймаларының қолданылу аясын арнайылау арқылы теңіз порттарының жұмыс ретін оңтайландыру

Түйіндеме. Су көлігін дамытудың қазіргі заманғы жағдайларында теңіз порттарының айлақтары мен қоймаларын мамандандыру кемелердің тұрақты уақытын қысқарту және қайта тиеу операцияларына пайдалану шығыстарын азайту негізінде жоғары өндірістік көрсеткіштерді қамтамасыз етеді. Бұл порттың өндірістік қуаттарын дамытудың үйлесімділігін және жалпы порт шаруашылығының әртүрлі буындарын дамытудағы сәйкессіздіктерді жоюды айқындайды.

УДК 502.174.1:628.39

A.T. Meyrbekov[1], A.E. Orazbaev[2], A.D. Zhigitbekova[2], A.A. Bolysbek[3],
([1]International Kazakh-Turkish University named after Ahmed Yasawi,
Turkestan, Kazakhstan. [2]Kazakh National University named after Al.Farabi, Almaty, Kazakhstan,
[3]South Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan.
E-mail: orazbaevadilkhan75@gmail.com)

ACCUMULATION OF SOLID HOUSEHOLD WASTE IN THE LANDFILLS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND WAYS TO REDUCE THEM

Abstract. This article analyzes the state of accumulation of municipal solid waste in the Republic of Kazakhstan. The negative impacts of landfills on the environment are considered. The low level of waste processing is analyzed. The inefficiency of the existing collection of municipal solid waste and the lack of their sorting at the places of formation are revealed. Information is given on the quantities of unauthorized landfills in the city of Nur-Sultan and adjacent territories. The steps taken by the Government of the Republic of Kazakhstan to reduce the volume of waste accumulation are considered. Information is given on the developed effective system for the collection and disposal of household waste.

Key words: municipal solid waste, waste landfills, landfill, waste processing, separate collection of solid waste.

А.Т. Мейрбеков[1], А.Е.Оразбаев[2], А.Д. Жигитбекова[2], А.А. Болысбек[3]
([1]Международный казахско-турецкий университет им.Ахмеда Ясави, г. Туркестан, РК.
[2]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, РК.
[3]Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова, г. Шымкент, РК.
E-mail: orazbaevadilkhan75@gmail.com)

НАКОПЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПОЛИГОНАХ РК И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ

Аннотация. В данной статье проведен анализ состояния накопления твердых бытовых отходов в Республике Казахстан. Рассмотрен негативные влияний полигонов отходов к окружающей среде. Проанализирован низкий уровень переработки отходов. Выявлен неэффективность существующего сбора твердых бытовых отходов и отсутствия их сортировки на местах образования. Даны сведения о количествах несанкционрированных полигонов отходов в г. Нур-Султан и прилегающих территорий. Рассмотрены предпринимаемые шаги Правительства РК по снижению объема накопления отходов. Даны сведение о разработанной эффективной системе для сбора и удаления бытовых отходов.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, полигоны отходов, мусорные свалки, переработка отходов, раздельная сборка ТБО.

За последние десятилетия во всех странах мира количество твердых бытовых отходов (ТБО) быстро возросло. При этом переработка и утилизация бытовых отходов становятся все более злободневной проблемой.

На сегодняшний день в Казахстане объём накопленных ТБО, по экспертным оценкам, составляет 25 млрд. тонн. Общее количество полигонов превышает 4 тысячи. Узаконены из них только 307. По подсчётам специалистов лишь 5% твёрдых отходов перерабатываются, остальные 95% вывозятся на полигоны для захоронения [1].

Мусорные свалки – простейший и дешёвый, но недальновидный способ избавления от отходов. Развитые страны давно отказались от полигонного захоронения отходов.

В мусорную свалку вывозятся различные виды ТБО, где органические отходы гниют, образуя свалочный газ, состоящий 50-75% из метана и 25-50% из углекислого газа. Свалочный газ может в любой момент воспламениться. В ходе горения могут случаться взрывы, выделяются токсичные вещества. На свалках также образуется фильтрат – ядовитая жидкость, отравляющая окружающую среду и грунтовые воды. Кроме того, свалки занимают большую территорию и для их рекультивации до уровня, когда почва снова станет пригодной для использования, потребуется 10-15 лет.

В Казахстане в 2018 году образовалось 4,3 млн. тонн мусора. Переработано лишь 11,5% от этого объёма. На свалки попало 3,8 млн. тонн ТБО (Таблица 1) [2].

Таблица 1. **Доля образованных и переработанных ТБО в разрезе регионов**

Наименование области, города	2018 год		
	образовано	сортировано и переработано	
	ТБО	ТБО	
	тонн	тонн	%
Акмолинская	241 000	7 056	2,93
Актюбинская	298 600	34 894	11,69
Алматинская	628 681	173 200	27,55
Атырауская	207 798	3 522	1,69
Восточно-Казахстанская	183 550	8 883	4,84
Жамбылская	95 691	2 975	3,11
Западно-Казахстанская	108 111	5 712	5,28
Карагандинская	651 300	106 771	16,39
Костанайская	250 000	24 118	9,65
Кызылординская	147 000	10 912	7,42
Мангистауская	182 323	2 590	1,42
Павлодарская	117 336	138	0,12
Северо-Казахстанская	66 100	5 015	7,59

Туркестанская	137 952	9 896	7,17
г. Алматы	480 000	27 383	5,7
г. Астана	307 626	37 673	12,25
г. Шымкент	216 178	39 525	18,28
Всего:	4 319 246	497 225	11,51

Согласны таблице 1 наименьшие показатели по сортировке и переработке ТБО в Павлодарской, Атырауской, Мангистауской и Жамбылской областях (1-3%).

В рейтинге самых экологически эффективных стран мира, ежегодно составляемом Центром экологической политики и права при Йельском университете (Yale Center for Environmental Law and Policy), Казахстан в 2018 году из 180 стран мира занял 101 место (на первом – Швейцария), заняв позицию после Нигерии [3].

В Казахстане предпринимается ряд мер по сокращению доли захоронения и утилизации ТБО.

Министерством энергетики РК совместно с акиматами разработан комплекс мер по современной утилизации и переработке ТБО с широким привлечением субъектов малого и среднего бизнеса, в соответствии с которой доля переработки отходов должна вырасти до 40% к 2030 году и до 50% — к 2050 году [4].

В целях обеспечения перехода Республики Казахстан к «зеленой экономике» постановлением Правительства РК от 31 июля 2013 года №750 был утвержден План мероприятий по реализации Концепции на 2013-2020 годы. В соответствии с Планом мероприятий в Астане и Алматы стартовал пилотный проект по раздельному сбору ТБО в жилом фонде [5].

Раздельный сбор планировался внедрит в 24 городах и крупных сельских населенных пунктах: в Акмолинской (г. Кокшетау, районные центры Щучинск, Степногорск, Атбасар, пос. Бурабай), Актюбинской (г. Актобе, г. Алга, пос. Шубаркудук), Алматинской (г. Талдыкорган), Атырауской (г. Атырау, Кызылкогинский район), Жамбылской (г. Тараз), Западно-Казахстанской (г. Уральск), Карагандинской (г. Караганда, г. Темиртау), Костанайской (г. Костанай, г. Рудный, г. Житикара, пос. Затобольск), Мангистауской (г. Актау), Северо-Казахстанской (г. Петропавловск), Южно-Казахстанской (г. Шымкент) областях, в городе Астана. Также раздельный сбор ТБО у источника их образования планировался поэтапно внедрит в Акмолинской, Актюбинской, Алматинской, Западно-Казахстанской, Карагандинской, Костанайской, Северо-Казахстанской областях, городах Астана и Алматы. Сортировочные линии установлены только в Карагандинской (г. Караганда, Темиртау), Мангистауской (г. Жанаозен), Восточно-Казахстанской (г. Семей), Западно-Казахстанской (г. Уральск) областях, городе Астана [5].

В ходе реализации проекта с сентября 2015 года с помощью дистанционного зондирования спутником был осуществлен мониторинг территории города Астаны, прилегающих территорий, а также промышленных предприятий.

Полученные космические снимки свервысокого пространственного разрешения позволили надежно идентицировать свалки (участки размещения) ТБО и оценить их динамику роста.

Задача выявления, картографирования, мониторинга мест складирования различных видов отходов – одна из наиболее актуальных в сфере охраны окружающей среды. С одной стороны, это связано с серьезным негативным воздействием мест отходов на все компоненты ландшафта за счет физического, химического, биологического загрязнения, а с другой стороны – с ухудшением качества жизни населения за счет резкого снижения эстетической ценности природных комплексов и возрастания техногенных рисков. Практически единственным источником информации, дающим полную, актуальную, оперативную картину проблемы, и при этом минимизирующим финансовые, временные, трудовые затраты для решения данной проблемы, являются современные данные ДЗЗ из космоса. Безусловно наиболее эффективная методика мониторинга мест складирования отходов должна опираться на современные компьютерные технологии, в частности, на средства обработки данных ДЗЗ и ГИС. Космические снимки в сочетании с выборочным наземным контролем, а также другими источниками информации – имеющимися электронными картами, цифровыми моделями

рельефа, становятся основой для оперативного выявления, картографирования и мониторинга мест размещения отходов [5].

В результате анализа снимков и наземных полевых обследований, полученных данных выявлено 137 несанкционированых участков размещения отходов, которые были классифицированы Министерством по трем категориям [5]:

I категория – участки размещения твердых бытовых отходов – 515 033 м^2;

II категория – территории, загрязненные отходами – 6 719 028 м^2;

III категория – техногено - нарушенные ландшафты – 9 685 684 м^2.

Для решения проблемы накопления ТБО необходимо реализация эффективного механизма их раздельного сбора. Однако, уже более 10-15 лет не только в Казахстане, но в странах СНГ не могут внедрить раздельную сборку ТБО, несмотря на запреть захоронение на полигонах металлолома, отработанных масел и жидкостей, батареек, электроники, содержащих ртуть ламп и приборов с 2016 года [6]. В связи с этим вышла решения Правительства РК запрещается захоронение пластмассы, макулатуры, картона, бумажных отходов и стекла с 1 января 2019 года .

Для решения проблемы накопления ТБО необходимо реализация эффективного механизма их раздельного сбора. Однако, уже более 10-15 лет не только в Казахстане, но в странах СНГ не могут внедрить раздельную сборку ТБО. Если усилия для реализации раздельного сбора ТБО будет направлены по традиционной форме, то их реализация вызывает сомнения.

Для решения этой проблемы разработана и предложена система для сбора и удаления бытовых отходов, заключающаяся в изменении менталитета населения и обеспечении раздельного сбора ТБО [7].

Согласно этой системы для сбора и удаления бытовых отходов предложена способ раздельного сбора ТБО на место образования и размещения их на контейнера покомпонентного сбора, а также сдачи их покомпонетно в сборные пункты. Реализация данного способа разделения сбора ТБО осуществляется введением системы поощрения и наказания участников сбора ТБО с разработкой специальной автоматизированной системы управления. Система поощрения и наказания участников сбора ТБО обеспечить измененить менталитет населения и обеспеченить раздельного сбора ТБО в целом.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мусорный бизнес в Казахстане: реалии и прогнозы https://informburo.kz/stati/musornyy-biznes-v-kazahstane-realii-i-prognozy-10045.html.

[2] Как правильно утилизировать мусор: 10 фактов о сортировке и тарифах https://informburo.kz/cards/kak-pravilno-utilizirovat-musor-10-faktov-o-sortirovke-i-tarifah.html.

[3] 2018 environmental pervormance index. https://nonews.co/wp-content/uploads/2016/02/epi2018.pdf.

[4] В Казахстане с 2019 года внедряется раздельный сбор мусора. https://news.mail.ru/economics/34920698/.

[5] Информационный обзор по результатам ведения Государственного кадастра отходов производства и потребления за 2016 г. http://iacoos.gov.kz/wp-content/uploads/2018/08/IO_2016_ru.pdf

[6] Стекло, пластик и бумагу запретят отправлять на мусорку. https://news.mail.ru/economics/34918057/.

[7] Мейрбеков А.Т. Система для сбора и удаления бытовых отходов. Инновационный патент РК № 31144, 16.05.2016, БИ №5.

Мейрбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Жигитбекова А.Д., Болысбек А.А.

Қазақстан республикасының полигондарында қатты тұрмыстық қалдықтардың жиналуы және оларды азайту жолдары

Түйіндеме. Бұл мақалада Қазақстан Республикасындағы қатты тұрмыстық қалдықтардың жинақталу жағдайы талданады. Полигондардың қоршаған ортаға тигізетін кері әсері қарастырылады. Қалдықтарды өңдеудің төмен деңгейі талданады. Қолданыстағы тұрмыстық қатты қалдықтарды жинаудың тиімсіздігі және олардың қалыптасу орындарында сұрыптап жинаудың болмауы анықталды. Нұр-Сұлтан қаласындағы және оған іргелес аумақтардағы рұқсат етілмеген полигондардың саны туралы ақпарат берілген. Қалдықтардың жинақталу көлемін азайту бойынша ҚР Үкіметі қабылдаған шаралар қарастырылады. Тұрмыстық қалдықтарды жинау мен жоюдың тиімді жүйесі туралы ақпарат берілген.

Түйінді сөздер: тұрмыстық қатты қалдықтар, қоқыс полигондары, қоқыс үйіндісі, қалдықтарды өңдеу, қатты қалдықтарды сұрыптап жинау.

ҒТАХР 14.33.09

G. Tyulepberdinova, S. Adilzhanova, G. Gaziz, N. Toyganbaeva M. Sakypbekova

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIETY

This article explores the role of ICT in society, the perspectives of users, and discusses the problems and obstacles to historical development. The article reveals that literacy in the field of ICT is an act leading to a better life and better relations between a person and the world around him. As a result, new approaches will be required to change the world around us, the study of new cultural values and new technologies. In addition, questionnaire questions were interviewed and analyzed to prove that ICT is a global resource for humanity, improving the use of information civilization in all areas of human activity. The survey involved 100 respondents. Each participant was asked a questionnaire consisting of 7 questions. Respondents were between 24 and 64 years old. The study showed that creating the conditions for the training of specialists able to change society is a priority.

Key words: *information civilization, virtual reality, innovative technologies, information and communication technologies (ICT), cloud technology, survey methods, information technology.*

[1]Тюлепбердинова Г.А., [1]Адилжанова С.А., Газиз Г.Г.,
Тойғанбаева Н.А., Сақыпбекова М.С.
(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы
e-mail: tyulepberdinova@mail.ru)

ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОҒАМДА ПАЙДАЛАНУ ДЕҢГЕЙІН БАҒАЛАУ

Андатпа. Мақалада ақпараттық коммуникациялық технологиялардың (АКТ) қоғамдағы алатын рөлін, пайдаланушылардың көзқарасын зерттеп, тарихи даму мәселелері мен кедергілері қарастырылған. Мақалада АКТ сауаттылығының адам және оның айналасындағы әлеммен арасындағы қарым-қатынасты, жақсы өмір сүруге жетелейтін әрекет екендігі ашылады. Нәтижесінде қоршаған әлемді өзгертудің жаңа тәсілдері, мәдени құндылықтарды және жаңа технологияларды игеру бірден бір қажет жаңа үдеріс екені зерттеледі. Сонымен қатар, АКТ адамзаттың жаһандық ресурсы ретінде, адамзат қызметінің барлық салаларында ақпараттық өркениеттің жетістіктерін пайдалануды жетілдіру болып табылатынын дәлелдеу мақсатында сауалнама жүргізіп, анализ жасадық. Сауалнамаға 100 адам қатысып, өз пікірлерін білдірді. Әр қатысушыдан 6 сұрақтан тұратын сауалнама алынды. Жауап берушілердің жасы 24 жас пен 64 жас аралығында болды. Зерттеу нәтижесінде қоғам өзгеруіне қабілетті мамандарды даярлау үшін жағдай жасау ең жоғары басымдылықта екені анықталды.

Түйін сөздер: *ақпараттық өркениет,* виртуалды шындық, *инновациялық технологиялар, ақпараттық коммуникациялық технологиялар (АКТ), бұлттық технологиялар, сауалнама әдісі, ақпараттық технологиялар.*

Кіріспе

Қазақстан Республикасының білім беру жүйесін ақпараттандырудың негізгі мақсаты Қазақстандық білім берудің сапасын көтеретін жаңа ақпараттық технологияларды пайдалану негізінде Қазақстан Республикасындағы бірыңғай білім беру ақпараттық ортасын құру, азаматтарға білім алудың барлық деңгейлері мен сатыларында теңдей білім алуды қамтамасыз ету, сондай-ақ Қазақстан Республикасының ақпараттық кеңістігін әлемдік білім беру кеңістігімен біріктіру. Еңбек нарығының қажеттіліктерін қанағаттандыратын жеке тұлғаның, еліміздің индустриялық-инновациялық даму міндеті мен білім беру саласындағы үздік әлемдік практикаларға сай келетін жоғары білім сапасының жоғары деңгейіне қол жеткізу.

Бүгінде, жаңа АКТ енгізу жаппай сипатқа иеленді, өйткені оқыту үшін компьютерлік технологиялар әзірлеу мәселесі және өз қызметінде компьютерді жұмыс құралы ретінде пайдалануға қабілетті мамандарды даярлау үшін жағдай жасау ең жоғары басымдылықта.

Негізгі бөлім

АКТ оқыту үрдісіне әзірлеу және енгізу жоғары оқу орындарының техникасын түбегейлі жаңарту, сабақ беру әдістерін және студенттермен оқу жұмыстарының формасын жетілдіру студенттердің оқу үрдісінде тап болатын көлемді ақпарат ағынын жүйелік келісуді және үйлестіруді талап етеді. АКТ пайдаланушылардың мүддесіне қарай ақпаратты жинау, өңдеу, сақтау, тарату, бейнелеу және пайдалану мақсатымен біріктірілген программалық-техникалық құралдар мен өндірістік үрдістер және әдістердің жиынтығы жатады.

Заманымыздың жаңа технологияларды меңгеруі нәтижесінде қаншалықты алға дамып кеткенін ескерсек, бір шетінде үнсіз қалып қою ақылға сыймайды. Қазіргі уақытта виртуалды шындық технологиясы бізге дәстүрлі оңалтудың тиімді саны мен сапасымен толықтырудың жаңа әдістерін жасауға үлкен мүмкіндіктер береді. Виртуалды шындық құралдары соңғы жылдары үлкен өлшемге ие болды, өйткені олардың ішінде ойын, робототехника, білім беру, медицина және т.б. бар. Қолды оңалтуды гамификациялаудың негізгі идеясы бұлшықет тонусын дамытуға көмектеседі және қалпына келтіру процесін тиімді және пациенттер үшін ынталандыру арқылы виртуалды шындық ұсынатын мүмкіндіктерді қолдана отырып, қимылмен дәлдікті арттырады [1, 336 бет].Ал біз ол саланың маманы емеспіз десек, жаңа технологияны меңгеріп пайдаланушысы бола білуіміз керек, ол үшін де жаңа ақпараттық технологияларды меңгеріп, заман талабына сай маман және пайдаланушы бола білуіміз керек.

Зерттеу объектілері мен әдістері

Жоғары оқу орнында маман дайындауды ұйымдастыруда АКТ келесі құралдар ретінде пайдалануға болады:

- таным үрдісін оңтайландыру ретінде қамтамасыз ететін, сондай-ақ кәсіби қызметте жеке стиль қалыптастыратын оқыту құралы ретінде;
- зерттеу пәні ретінде қызметтегі ақпараттық үрдістерді ұйымдастыру ерекшелігін ескеретін ақпараттарды өңдеудің заманауи әдістерімен танысу;
- мамандандырылған программалық қамтамасыздандыру жұмысында студенттерді оқыту кезінде қамтамасыз ететін кәсіби міндеттерді шешу құралы, кәсіби қызметте оны табысты қолдану және оның мүмкіндіктерін ары қарай өздігінше оқу үшін негізін қалау қажет.

АКТ енгізу студенттерде келесідей жалпы құзыреттіліктердің қалыптасуына және дамуына ықпал етеді:

- өзінің болашақ мамандығына тұрақты қызығушылық танытып, оның мәні мен әлеуметтік маңыздылығын түсіну;
- әлеуметтік-экономикалық және саяси мәселелер мен үрдістерді талдау, әртүрлі кәсіптік және әлеуметтік қызметтердегі гуманитарлы-әлеуметтік ғылымдардағы әдістерін пайдалану;
- өзінің қызметін ұйымдастыру, кәсіби есептердің орындалу әдістері мен тәсілдерін анықтау, сапасы мен тиімділігін бағалау;
- стандартты және стандарты емес жағдайларда шешім қабылдау және оған жауапты болу;
- стандартты емес жағдайларда проблемаларды шешу, тәуекелдерді бағалау және шешім қабылдау;
- кәсіби және тұлға ретінде даму мақсатында кәсіби есептерді қою және шешу үшін ақпараттарды іздеу, талдау, бағалау және пайдалануды жүзеге асыру;
- кәсіби қызметте АКТ қолдану;
- кәсіби және тұлға ретінде даму мақсатында өздігінше міндеттерді анықтау, өз бетінше білім алумен айналысу, саналы түрде жоспарлап, біліктілігін арттыру;
- кәсіби қызметте жиі ауыспалы технологиялар жағдайына бейімделу;
- адамдар арасындағы қатынас, өзара қарым-қатынас мәдениетін дамыту, мәдениетаралық және этникалық айырмашылықтарды ескере отырып, психологиялық байланыс орнату;
- шет тілінде қатынас жасаудың базалық деңгейінде, экологиялық, ақпараттық және коммуникативтік мәдениетке ие болу керек;
- іскерлік қарым-қатынас құралы ретінде шет тілін қолдану керек;
- еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету іс-шараларын ұйымдастыруда жауапкершілік алу, техника қауіпсіздігі ережесін сақтау;
- кәсіби қызметте кәсіпкерліктің ерекшеліктері мен кәсіпкерлік қызметінің негіздерін меңгеру.

Оқыту үрдісіндегі АКТ негізгі міндеті үлкен көлемді ақпаратқа қол жеткізу мен білімді визуализациялау болып табылады. Оқу үрдісінде АКТ қолдану студенттерде көптеген жалпы құзыреттіліктердің қалыптасуына ықпал етеді [2, 221-256 беттер].

Ақпаратты-коммуникациялық технологиялар барлық қоғамдық қатынастарды түбегейлі өзгертеді. Жаңа ақпаратты-коммуникациялық технологиялар қызметтер мен өнімдерді өндіру әдістерін өзгертіп қана қоймай, сонымен қатар азаматтық құқықтарды жүзеге асыру, тұлғаның өзін-өзі жетілдіру, білім алу үшін, келер ұрпақты тәрбиелеу және бос уақытты өткізу үшінде жаңа мүмкіншіліктер тудырады. Ақпараттық қоғамда қашықтық қысқарып, жаһандану болады, аймақтар үшін бұрын-соңды болмаған мүмкіншіліктер туады. Зерттеулерге сүйенсек білім беру процесін қолдауға арналған гибридті ақпараттық жүйелерді жобалауға арналған әдістемелік ұсыныстар

жасалған. Инфрақұрылым деңгейіндегі жүйелер оқытудың белсенді әдістерін қолдануға, сонымен қатар білім беру процесіне ең танымал ақпараттық ресурстарды енгізуге мүмкіндік береді. Ұсынылған әдістеме қажет болған жағдайда пайдаланушы ресурстарының бөліктерін бұлттық есептеуге ауыстыруға және Mashup технологиясын қолдана отырып қолданушы ресурстарын оқу процесінде қолдануға мүмкіндік береді. [3, 324 беттер].

Біріншіден, соңғы жылдары ақпараттық индустрияның дамуы жаңа нарық пен экономикалық қызметтердің түрлерінің пайда болуына әкелді. Бірінші кезекте оған ақпараттық ресурстарға қол жеткізу қызметі, ақпаратты іздеу, бағалау және өңдеу қызметтері, ұялы телефондар үшін сатылатын контенттер, интернеттегі контентті ұсыну қызметтерін жатқызуға болады.

Екіншіден, ақпараттық ресурстарды пайдалану экономиканың барлық секторларында тиімділікті арттырды. Іскерлік ақпараттарға қолжетімділік серіктестіктер, материалдар, технологиялар және т.б. жайлы мәлімдеулерді тексеру және іздеу үшін шығындарды азайтуға мүмкіндік берді. Басқа жағынан алып қарасақ, ғылыми-техникалық және арнайы мамандандырылған ақпараттарға қолжетімділік компанияларға технология, менеджмент және маркетинг салалары бойынша инновацияларды өздерінің қызметтерінде пайдалануға мүмкіндік алды. Демек, ақпарат компанияның инновациялық дамуына ықпалын тигізіп отыр.

Үшіншіден, ақпараттық қызметтер мен өнімдерге қолжетімділік бағасының төмендеуі. Экономикалық агенттіктердің санының көбеюі ақпараттық ресурстарға қолжетімділіктің жеңілдігінде.

Әлеуметтік-экономикалық саясаттың маңызды бағыты ғылыми-техникалық даму басымдықтарын таңдау болып табылады. Осыған байланысты ақпараттық қамтамасыз ету міндеті елдің, өңірлер мен кәсіпорындардың ғылым мен техникасының заманауи даму секторларындағы позициясын бағалау, әлеуметтік – экономикалық қызметтердің тиімділік ауқымын анықтау, еліміздің экономикалық белсенділігінің нақты жай-күйін анықтау және т. б. [4, 204-206 беттер].

Сонымен қатар білім беруде АКТ қолдану келесі міндеттерді шешуге негізделген:

- зертханалық практикумды қамтитын мультимедиялық электрондық білім беру ресурстарын;
- электрондық оқу-әдістемелік кешендер, электронды бақылау - өлшеу материалдары және т. б;
- электрондық оқыту жүйелерін енгізу және e-learning технологиясы әдістемелік аспектілерін қолдану негізінде өңдеу;
- студенттердің ақпараттық-білім контентіне регламенттелген қол жеткізуді ұйымдастыру.

АКТ - бұл, кедейлікті азайтуға ықпал жасайтын және адамдар өмірін елеулі жақсартуға көмектесетін қажетті ақпарат пен білім барынша қолжетімді болатын, миллиондаған адамға жаңа технология көмегімен мүмкіндіктер ашатын әлем болып табылады. Бірақ бұл тұрақты даму үшін, барлық халыққа прогресс ретінде қызмет жасалынатын ынтымақтастық пен құндылықтар арқылы өзара тәуелділік дамыған жағдайда ғана қол жеткізе аламыз. АКТ даму барысын айтар болсақ, онда соңғы жылдары Азия және Тынық мұхиты «керемет дәреже аймағы» болды. Халықаралық электробайланыс одағының деректері бойынша өңірде 2 млрд. тіркелген байланыс және 1,4 млрд. ұялы байланыс абоненттері тұрады. Сонымен қатар Азиялық-тынық мұхит аймағы әлемдік Интернет – пайдаланушылардың 40 пайызы және жалпы әлемдік көлемінің 39 пайыз үлесін құрайды [5, 12-27 беттер;6, 9-11 беттер].

2015 жыл Біріккен Ұлттар Ұйымы үшін Мыңжылдықтың даму мақсаттарына байланысты үрдістің аяқталуын және Дамудың жаңа негіздемелік бағдарламасын бекітілуін алған жемісті жыл болды. Декларацияда АКТ тарату және желілердің ғаламдық өзара қосылуы адамзаттық прогрессін жеделдету үшін үлкен мүмкіндіктер ашады, білімге негізделген қоғамның қалыптасуына, сондай-ақ медицина және энергетика сияқты, түрлі салалардың ғылыми техникалық инновациялық қызметінің дамуы үшін АКТ рөлі маңызды деп көрсетілді.

Қазірде бәсекеге қабілетті халықаралық индексте сәйкес болашақ мамандарға заманауи ақпараттық-коммуникациялық мәдениет қалыптастыру, белгілі бір деңгейге сай АКТ дамыту маңызды әлеуметтік-педагогикалық міндет болып табылады. Бұдан маманның жаңа технологиялар жасау дайындығы мен мемлекеттің экономикалық дамуының жаңа траекториясын анықтай алатындығы жүзеге асады.

АКТ - бұл ақпаратты өңдеуге және беруге байланысты заманауи технологиялардың барлық жиынтығы екен. Білім берудегі әрбір пәнді оқытуда АКТ сауатты және ұтымды пайдалану білімнің сапасы мен тиімділігін арттырады. Ақпаратты, АКТ қолдану арқылы сабаққа дайындалу кезінде сіз осы технологиялардың қабылдануымен танысып, тақырып пен сабақ түріне сәйкес келетін элементтерді бөліп алуыңыз керек, сонымен қатар студенттерді оқуға ынталандыруға көмектеседі,

олардың физиологиялық және психологиялық дамуын ескере отырып, ұтымды және түсінуге жеңіл мәлімет бере аласыз.

Әрине, білім беру процесінде қолданылатын техникалық құралдарды қауіпсіз пайдалану сияқты АКТ құзіреттілігінің аспектісін ұмытпау керек.

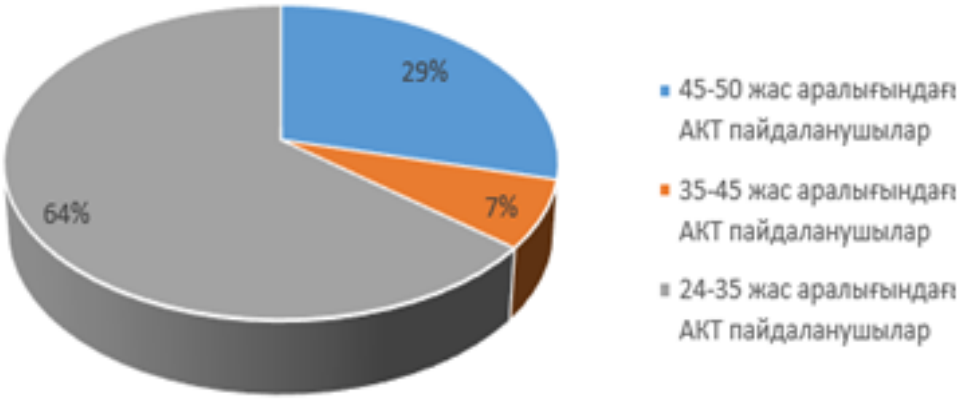
Бүгінгі таңда білім берудің дамуы - оның ақпараттық әлеует деңгейінің артуымен тығыз байланысты. Соңғы онжылдықтағы ең революциялық жетістіктердің бірі Интернетті құру болды. Интернет заманауи шындық пен білім беру процесінің ажырамас бөлігі болды. Интернет ақпараттық жүйе ретінде өз пайдаланушыларына әртүрлі ақпарат пен ресурстардың кең спектрін ұсынады:

- Ақпараттық ресурстарға қол жетімділік;
- Іздеу жүйелері мен анықтамалық анықтамалықтар;
- Өз ақпаратыңызды жариялау немесе өзіңіздің веб-сайтыңызды құру мүмкіндігі;
- Электрондық пошта;
- Видеоконференция және желілік сөйлесулер және т.б.

Қандай болсын мамандықты меңгеру кезінде Интернет таптырмайтын құралға айналады. Сонымен бірге, сөйлеу әрекетінің белгілі бір түрлерін дамыту және мәдениетаралық және әлеуметтік-мәдени құзыреттілікті қалыптастыру үшін белгілі бір ресурсты немесе Интернет технологиясын пайдалану кез-келген білім беру мәселесін шешуде осы интернет-ресурстың тиімділігі мен қолайлылығымен анықталуы керек екенін түсіну керек. Оқу үрдісінде мамандарға арналған пәндерді оқытуда АКТ қолдану білім алушылардың шығармашылық мүмкіндіктері мен қабілеттерін дамытуға ықпал етеді. Өздігінен білім алуға жағдай жасайды. Сабақтың көрнекілік деңгейінің жоғарылауына, сабақтың өнімділігі, пәнаралық байланысты орнатуға, білім алушылардың зерттелген елдердің тарихы мен мәдениеті туралы білімдерін байытуға, сонымен қатар қазіргі заманғы білім ақпараттық ортада шарлау қабілетін дамытуға көмектеседі [7, 8,].

Осындай деректерге сүйеніп, «біздің елімізге жаңа ақпараттық технологиялар керек пе, зияны мен пайдасына көзқарасыңыз қандай, қаншалықты жаңа ақпараттық технологияларды пайдаланып жүрген мамансыз» - деген және одан басқа тақырып аясындағы сұрақтарға 100 адамнан жауап алдық. Сауалнаманы АКТ пәнінен білім алушы студенттер, 2018-2019 жылының көктемгі семестрінде, Алматы қаласының тұрғындарына жүргізді. Сауалнама 6 сұрақтан және жас ерекшеліктеріне қарай үш топқа бөлінді. Әрбір сұрақта «иә», «келісемін», «келіспеймін» деген жауаптардың бірін таңдау керек болды.

Әрбір сұрақтың үш жауабының бірі таңдалуына байланысты төмендегі 1-суреттегідей нәтижелер алынды.



1-сурет. Сауалнаманың нәтижесі

Нәтиже 83% қолдаушылар 50 жасқа дейінгілер арасында болса, 75% қолдаушылар 64 жасқа дейінгілер арасында болды, қолданбауға тырысамыз дегендей жауаптар қайтарғандар саны да бар. Жауап берушілердің жасы 24 жас пен 64 жас аралығында болды. Әр қатысушыдан 7 сұрақтан тұратын сауалнама алынды. Негізінен 60 жастан үлкен жастағы азаматтар мен азаматшалар қарсылықтарын білдіріп жатты, оның ішінде зейнеткерлік жастағы, үйде отырғандар саны бірден қарсылық көрсетті десек болады. Дегенмен заман талабына сай, болашақ өмірге қабілетті мамандар бірден-бір жаңа ақпараттық технологияларды меңгеруімен байланысты екені, оның маңызды екені түсінікті болды.

Қорытынды

Болашақ мамандарды оқыту процесіне заманауи білім беру технологияларын енгізу барлығына қол жетімді. АКТ қолдана отырып, сіз білім алушыларды қызықтыра аласыз, олардың болашақ мамандығында АКТ қажет екенін сезіндіресіз немесе жаңа заманмен оңай тіл табыса алатын, құрылғылар тілін түсінетін, хабарландыру оқитын білімді маман даярлайсыз.

Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар жастардың өмірді сүруге ынтасын арттыруға және жеке, шығармашылық, танымдық қабілеттерін қалыптастыруға ықпал етеді. Оқу процесін маңызды етуге, оның шығармашылық әлеуетін толық ашуға, зерттеу қабілеттерін, қиялын, шығармашылық қабілетін, белсенділігі мен тәуелсіздігін көрсете алатын АКТ болып табылады.

АКТ қолдану сонымен қатар білім беруді модернизациялау үшін заманауи білім беру процесіне АКТ енгізу және тұлғаны бағдарлы оқыту принциптерін жүзеге асыратын заманауи ақпараттық технологиялар негізінде оқытудың жаңа моделін құру сияқты проблеманы шешуге ықпал етеді.Заман талабына сай, болашақ өмірге қабілетті мамандар бірден-бір жаңа ақпараттық технологияларды меңгеруімен байланысты екені, оның маңызды екені түсінікті болды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Alimanova, M., Borambayeva, Kozhamzharova, D., Kurmangaiyeva, N., Ospanova, D., Tyulepberdinova, G. Gamification of hand rehabilitation process using virtual reality tools: Using leap motion for hand rehabilitation – 2017. Proceedings - 2017 1st IEEE International Conference on Robotic Computing, IRC 201711 May 2017, Номер статьи 7926560, Pages 336-3391st IEEE International Conference on Robotic Computing, IRC 2017; Taichung; Taiwan; 10 April 2017 до 12 April 2017.

[2] Jiawei Han and Micheline Kamber. Data Mining: Concepts and Techniques, Second Edition, Elsevier, 2006, Third edition, Elsevier, 2012. 743 pp

[3] 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.

[4] 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.

[5] 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.

[6] Сейтбекова Г.О., Тюлепбердинова Г.А. Ақпараттық технологиялар: оқу құралы / Г.О.Сейтбекова, Г.А.Тюлепбердинова - Алматы: «Эверо» баспасы, 2015. - 256 б.

[7] Margaret H.Dunham. Data mining. Introductory and Advanced Topics. Pearson Education,Singapore 2003; Taj press, India 2005. , 314pp.

[8] Ф.Р. Гусманова, Б.А. Урмашев, М.Ж. Сақыпбекова, А. Алтыбай Ақпараттық технологиялар негіздері: Оқу құралы. Алматы, 2015.

[1]Тюлепбердинова Г.А., [1]Адилжанова С.А., Газиз Г.Г., Тойғанбаева Н.А., Сақыпбекова М.С

Оценка уровня использования современных информационных технологий в обществе

Резюме. В статье исследуется роль ИКТ в обществе, перспективы пользователей, а также рассматриваются проблемы и препятствия на пути исторического развития. В статье раскрывается, что грамотность в области ИКТ - это акт, ведущий к лучшей жизни и улучшению отношений между человеком и окружающим его миром. В результате потребуются новые подходы, чтобы изменить мир вокруг нас, исследование новых культурных ценностей и новых технологий. Кроме того, были опрошены и проанализированы вопросы анкеты, чтобы доказать, что ИКТ является глобальным ресурсом для человечества, улучшая использование информационной цивилизации во всех областях человеческой деятельности. В опросе приняли участие 100 респондентов. Каждому участнику была задана анкета, состоящая из 7 вопросов. Респонденты были в возрасте от 24 до 64 лет. Исследование показало, что создание условий для подготовки специалистов, способных изменить общество, является первоочередной задачей.

Ключевые слова: *информационная цивилизация, виртуальная реальность, инновационные технологии, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), облачные технологии, методы исследования, информационные технологии*

УДК 621.855

O.M. Zharkevich, D.S. Zhunuspekov, R.R. Mukashev
(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
E–mail: zharkevich82@mail.ru)

CHOICE AND SUBSTANTIATION OF THE METHOD OF INCREASING THE RESOURCE OF A HYDRAULIC RESISTANCE OF THE MECHANIZED FASTENERS

Abstract: This article examined various methods to increase the resource of hydraulic struts of mechanized supports. The dependence of the quality level of the joints of the hydraulic stand on its resource is established, and on the basis of this dependence a method for increasing the resource is developed. The reason for the low quality of hydroracks of domestic production relative to foreign analogues is described. It was also revealed that in order to ensure an increase in the life of hydraulic racks, it is necessary to ensure the accuracy of manufacturing according to the 7th quality of the mating surfaces of the joints. It has been established that it is necessary to use the intergroup interchangeability method for assembling hydraulic strut joints. Software has been developed for its implementation on a computer, as well as a probabilistic assembly model that allows you to calculate the assembly and connection parameters that provide a given rack life in small-scale production.

Key words: hydraulic stand, groundbox, mechanized complex, part, increase in resource, connection parameters, group interchangeability method, intergroup method.

О.М. Жаркевич, Д.С. Жунуспеков, Р.Р. Мукашев
(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан)

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ГИДРОСТОЙКИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ

Аннотация: В данной статье рассматривались различные методы по повышению ресурса гидравлических стоек механизированных крепей. Установлена зависимость уровня качества соединений гидростойки от её ресурса, и на основе этой зависимости разработан метод по повышению ресурса. Описана причина низкого качества гидростоек отечественного производства относительно зарубежных аналогов. Также было выявлено, что для того, чтобы обеспечить повышение ресурса гидростоек нужно обеспечить точность изготовления по 7-му квалитету сопрягаемых поверхностей соединений. Установлено, что необходимо использовать метод межгрупповой взаимозаменяемости для сборки соединений гидравлических стоек. Разработаны программные средства ее реализации на ЭВМ, а также вероятностная модель сборки, которые позволяют рассчитать параметры сборки и соединений, обеспечивающие заданный ресурс стойки в условиях мелкосерийного производства.

Ключевые слова: гидростойка, грундбукса, механизированный комплекс, деталь, увеличение ресурса, параметры соединений, метод групповой взаимозаменяемости, межгрупповой метод.

Введение. В состав современных механизированных комплексов для добычи угля включают в себя большое количество гидравлических стоек. К гидравлическим стойкам предъявляются очень жесткие технические требования, как по надежности эксплуатации, так и по качеству их изготовления, т.к. они являются опорными элементами, создающими огромное сопротивление опусканию кровли.

Гидравлическая стойка постоянно находится в сложном деформированном состоянии и зачастую подвергается внецентровому сжатию, а также продольному и поперечному изгибу [1].

В соединениях возникает перекос штока относительно цилиндра в связи с наличием зазоров. В связи с чем в местах контакта штока с грундбуксой и поршня с цилиндром возникают большие контактные напряжения, их величина зависит как от качества сборки сопрягаемых поверхностей, так и от точности их соединений [2].

Именно поэтому выбор и обоснование метода увеличения ресурса гидравлической стойки механизированной крепи являются актуальной научной задачей.

У отечественных гидростоек намного ниже ресурс нежели у зарубежных аналогов. Самой основной причиной этого является низкое качество изготовления. Точность при изготовлении сопрягаемых поверхностей не превышает точности 9-го квалитета, что говорит о недостаточном уровне для такого довольно сложного в техническом отношении оборудования.

Самыми нагруженными и ответственными за нагрузки соединениями гидравлической стойки являются соединения цилиндра с поршнем и штока с грундбуксой. Эти детали являются самыми

трудоемкими и дорогими при изготовлении. Поэтому их ресурс именно определяет ресурс стойки в целом.

Зазоры в сопрягаемых соединениях поверхностей стоек, изготовленных по действующей тех. документации, различаются более чем в 6 раз. В результате чего ресурсы различных стоек могут также отличаться более чем в 4 раза, что существенно снижает эффективность эксплуатации и надежность механизированных крепей.

Величина этих предельно допустимых зазоров в соединениях гидравлической стойки обязана находиться на основе анализа ее предельного состояния, используя метод конечных элементов по определенным соответствующим зависимостям [1].

Результаты и обсуждение. В различных сечениях по длине цилиндра количественно различаются параметры распределений размеров внутреннего диаметра гидроцилиндров. Что вызывает необходимость решения задач в более широком диапазоне значений данных параметров для различных законов распределения размеров [11].

Также установлены зависимости уровня качества соединений стойки от ее ресурса, а также коэффициента запаса ресурса по точности. При зазорах близких к минимально допустимому значению обеспечиваются наибольшие ресурсы стоек, что соответствует уровню качества соединений не ниже К>0.9.

При производстве сопрягаемых поверхностей деталей с точностью не ниже 7-го квалитета и их сборки используя метод полной взаимозаменяемости, обеспечивается ресурс соединений, который близок по величине к максимально возможному ресурсу. Отечественные заводы горного машиностроения не имеют технологии и рабочие кадры, производственные мощности, способные стабильно обеспечивать данную точность по всей длине гидроцилиндров. В самом лучшем случае обеспечивается точность сопрягаемых поверхностей только по 9-му квалитету точности [16].

Для повышения ресурса стоек метод групповой взаимозаменяемости не может быть использован. При сборке соединений образуется весьма значительная доля непарных деталей в условиях мелкосерийного производства. Объем незавершенного производства может достигать около 50% от общего количества соединений, в зависимости от их количественных характеристик и от законов распределения размеров.

Метод межгрупповой взаимозаменяемости необходимо использовать для повышения ресурса гидростоек. При использовании данного метода результаты сборки не особо зависят от законов распределения размеров сопрягаемых деталей, их количественных характеристик и объемов производства, а вероятность появления непарных деталей крайне мала, либо отсутствует вовсе.

Данный метод позволяет при относительно низкой точности изготовления сопрягаемых поверхностей (К≤9) обеспечить уровень качества соединений, который соответствует 7-му квалитету без образования при сборке непарных деталей. Достигается это за счет возможности комплектации поршнями из нескольких размерных групп определенной размерной группы цилиндров без образования брака в соединениях [17].

Используя метод математического моделирования на ЭВМ и соответствующего программного обеспечения необходимо проводить обоснование сборки деталей стойки и технологических параметров изготовления. Это все позволяет без дополнительных финансовых и материальных затрат на организацию опытного производства оперативно определять, оптимизировать и прогнозировать значения параметров техпроцессов, обеспечивающих повышения ресурса стойки, учитывая вероятностный характер формирования размеров поверхностей при изготовлении и зазоры.

Метод межгрупповой взаимозаменяемости позволяет при повышении ресурса стойки получить бесконечно большое количество вариантов, обеспечивающих сборку без брака в соединениях. Выбор оптимального варианта обязан проводиться по их однородности, уровню качества соединений и количеству непарных деталей, которые возникают в процессе сборки [9].

Для того, чтобы обеспечить однородность соединений по ресурсу нужно назначать равные допуски на размеры поршня и цилиндра (размеры штока и грундбуксы), а сборку проводить при равных групповых допусках и с равным количеством селективных групп с помощью метода межгрупповой взаимозаменяемости.

Чтобы обеспечить повышение ресурса гидростойки данным методом (методом межгрупповой взаимозаменяемости) необходимо, чтобы групповые допуски составляли не более трети от допуска на зазор в соединениях ($a = b < ITS/3$). Вероятность появления непарных деталей при сборке соединений тем меньше, чем меньше величина группового допуска [5].

Моделированием на ЭВМ было установлено, что при нижнем предельном отклонении размера поршня равном $eib = EIA — Smax + 2a$ и при групповых допусках $a = b = ITS/5$ непарные детали при сборке стойки не образуются. Объем незавершенного производства не зависит ни от их сочетаний, ни от законов распределения размеров и их количественных характеристик, а также этот объем равен 0. При этом обеспечивается уровень качества таких соединений от 0.956 до 0.978, что соответствует ресурсу гидростойки, который составляет около 85-95% от максимально возможного значения. При больших коэффициентах запаса ресурса по точности соединений достигаются большие значения [7].

По результатам проведенных исследований я получил новое решение актуальной научной задачи, которая состоит в выборе и обосновании метода повышения ресурса гидростойки механизированной крепи, что позволит значительно повысить эффективность эксплуатации оборудования угольных предприятий.

Повышение ресурса гидростойки за счет сборки соединений с равновеликими и близкими к минимально допустимой величине зазорами при сравнительно невысокой точности изготовления сопрягаемых поверхностей и вероятности возникновения незавершенного производства близкой к 0 позволяет обеспечить данный метод [14].

Выводы.

Выполненные нами исследования позволили получить следующие результаты и сделать следующие выводы:

1. Установлена зависимость уровня качества соединений гидростойки от её ресурса, и на основе этой зависимости разработан метод по повышению ресурса. Данная зависимость позволяет в соединениях сопрягаемых поверхностей назначать точность, а метод позволяет обеспечивать заданный ресурс гидростойки [17].

2. Средний ресурс гидростоек, которые были изготовлены по действующей технической документации, составляет 60-80% от максимально возможного ресурса. При этом около 50% гидростоек имеют ресурс ниже средней величины, что отрицательно влияет на эффективность и надежность эксплуатации механизированной крепи, а также является следствием низкого качества изготовления соединений.

3. Для того, чтобы обеспечить повышение ресурса гидростоек нужно обеспечить точность изготовления по 7-му квалитету сопрягаемых поверхностей соединений. Отечественные заводы горного машиностроения, как и упоминалось выше, не имеют технологий, производственных мощностей и рабочих кадров, которые способны стабильно обеспечивать определенную точность по всей длине гидроцилиндра. Сопрягаемые поверхности изготавливаются по 9-му квалитету точности, что соответствует рабочей документации гидростоек. В данных условиях требуемая точность, соединений должна обеспечиваться их сборкой.

4. Для повышения ресурса гидростоек не может быть использован известный метод селективной сборки. Весьма значительна доля непарных деталей, образующихся при сборке сборке соединений в условиях мелкосерийного производства. В зависимости от количественных характеристик и от законов распределения объем незавершенного производства может достигать около 50% от общего количества соединений [11].

5. Метод межгрупповой взаимозаменяемости необходимо использовать для сборки соединений стоек. При сборке данным методом значительно снижается зависимость законов распределения размеров сопрягаемых поверхностей от незавершенного производства. Вероятность появления непарных деталей при сборке либо минимальна, либо отсутствует вовсе.

6. Разработаны программные средства ее реализации на ЭВМ, а также вероятностная модель сборки, которые позволяют рассчитать параметры сборки и соединений, обеспечивающие заданный ресурс стойки в условиях мелкосерийного производства.

7. Были установлены значения взаимосвязанных параметров соединений сборки, которые позволяют повысить ресурс стойки вплоть до 85-95% от максимально возможного при точности изготовления сопрягаемых поверхностей, которые соответствуют рабочим чертежам гидростоек [12].

8. Методика назначения параметров сборки и соединений, которые обеспечивают заданный ресурс стойки в условиях мелкосерийного производства, и программное обеспечение вероятностной модели сборки приняты для использования при проектировании механизированных крепей и разработке технологических процессов их изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Xuewen Wang, Zhaojian Yang, Jiling Feng, Hunju Liu Stress analysis and stability analysis on doubly-telescopic prop of hydraulic support //Engineering Failure Analysis 32, 2013. – P. 274 - 282

[2] Шубина Н. Б., Грязнов Б. П., Шахтин И. М., Морозов В. И., Березкин В. Г. Предупреждение разрушения деталей забойного оборудования. - М.: Недра, 1985. - 215 с.

[3] Скляров Н. С. Оценка и повышение качества капитально ремонтируемых механизированных крепей угледобывающих комплексов. Дисс. на соискание уч. степени к. т. н. - М.: МГИ, 1982. - 261 с.

[4] Хорин В. Н. Расчет и конструирование механизированных крепей. - М.: Недра, 1988.-25 с.

[5] Пономаренко Ю. Ф., Баландин А. А., Богатырев Н. Т. и др. Расчет и конструирование гидроприводов механизированных крепей. - М.: Машиностроение, 1981. - 327 с.

[6] ОСТ 12.44.245 - 83. Крепи механизированные. Стойки и домкраты. Расчет на прочность. Методика проверочного расчета на статическую прочность и устойчивость. - М.: Гипроуглемаш, 1984. - 76 с.

[7] Numerical study of the effect of natural fractures on shale hydraulic fracturing based on the continuum approach Journal of Petroleum Science and EngineeringIn press, journal pre-proofAvailable online 8 February 2020Article 107038

[8] Interchangeability of Licensed Nurses in Nursing Homes: Perspectives of Directors of Nursing Nursing OutlookVolume 66, Issue 6November–December 2018Pages 560-569

[9] Fluid flux throughout matrix-fracture interface: Discretizing hydraulic fractures for coupling matrix Darcy flow and fractures non-Darcy flow Journal of Natural Gas Science and EngineeringVolume 73January 2020Article 103061

[10] Coordinated control strategy of electro-hydraulic braking for energy regeneration Control Engineering PracticeVolume 96March 2020Article 104324

[11] Influence of hydraulic properties on physically modelling slope stability and the definition of rainfall thresholds for shallow landslides GeomorphologyVolume 35115 February 2020Article 106976

[12] Кондаков Л. А., Голубев А. И. и др. Уплотнения и уплотнительная техника. Справочник. - М.: Машиностроение, 1986. - 464 с.

[13] ГОСТ 15852-82. Крепи механизированные гидравлические поддерживающие для лав: основные параметры и размеры. - М.: Стандарты, 1985. - 5 с.

[14] ГОСТ 18585-82. Крепи механизированные гидравлические для лав: общие технические требования. - М.: Стандарты, 1985. - 4 с.

[15] ГОСТ 12445-80. Гидроприводы объемные. Ряды основных параметров. - М.: Стандарты, 1985. - 24 с.

Жаркевич О.М., Жунуспеков Д.С., Мукашев Р.Р.

Механикаландырылған бекітпе гидростойкасының ресурасын арттыру әдісін таңдау және негіздеу

Түйіндеме: Бұл мақалада механикаландырылған бекітпелердің гидравликалық тіректерінің ресурсын арттыру бойынша түрлі әдістер қарастырылды. Гидростойканың қосылыстарының сапасы деңгейінің оның ресурсына тәуелділігі анықталды және осыған байланысты ресурсты арттыру бойынша әдіс әзірленді. Шетелдік аналогтарға қатысты отандық өндірістің гидростооктарының төмен сапасының себебі сипатталған. Сондай-ақ, гидростоек ресурсын арттыруды қамтамасыз ету үшін қосылыстардың жанасатын беттерінің 7-ші квалитеті бойынша дайындау дәлдігін қамтамасыз ету қажет екендігі анықталды. Гидравликалық тіректердің қосылыстарын құрастыру үшін топаралық өзара алмастыру әдісін пайдалану қажеттігі анықталды. Оны ЭЕМ-де іске асырудың бағдарламалық құралдары, сондай-ақ ұсақ сериялы өндіріс жағдайында тіреудің берілген ресурсын қамтамасыз ететін құрастыру мен қосылыстардың параметрлерін есептеуге мүмкіндік беретін құрастырудың ықтимал моделі әзірленді.

Түйінді сөздері: гидростойка, грундбукс, механикаландырылған кешен, бөлшектер, ресурсты ұлғайту, қосылыстар параметрлері, топтық өзара алмастыру әдісі, топаралық әдіс.

UDK 004.9

[1,3]A. Kalizhanova, [1,2]P. Kisała, [3,4]A. Kozbakova,[5]D. Yedilkhan, [1,3]Zh. Aitkulov, [1,6]Zh. Orazbekov

([1]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty
[2]Lublin Technical University, Poland. [3]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty.
[4]Almaty University of Technology, Almaty. [5]Astana IT-University, Nur-Sultan, Kazakhstan
[6]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru)

EXPERIMENTAL RESEARCH AND TESTING OF A COMPLETE INTERROGATION SYSTEM

Abstract. This paper presents the results of experimental research and testing of the interrogation system, where the tilted fiber Bragg grating (TFBG) is used as a sensor. A method for measuring displacement based on structures of the tilted fiber Bragg grating insensitive to temperature changes is also proposed. The measurements were carried out using a climate chamber with temperature changes in different ranges. When measuring the TFBG in the system, various orientation states of the input light polarization planes are considered and parameters are determined at which the temperature does not affect the transmission structure.

Key words: photodetector, interrogation system, sensor, signal.

[1,3]Калижанова А.У., [1,2]Кисала П., [3, 4]А.Х. Козбакова, [5]Едилхан Д., [1,3]Ж.С. Айткулов, [1,6]Ж. Оразбеков

([1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан
[2]Люблинский технический университет, Люблин, Польша
[3]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан
[4]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан
[5]Астана IT-университет, Нур-Султан, Казахстан
[6]Казахский национальный педагогический университет имени Абая
Алматы, Казахстан. e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛНОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕРРОГАЦИИ

Аннотация. В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований и тестирование системы интеррогации, где в качестве датчика использована наклонная волоконная решетка Брэгга (НВРБ). Также предложен метод измерения смещения на основе структур наклонной волоконной решетки Брэгга, нечувствительных к изменениям температуры. Измерения проводились с использованием климатической камеры при изменении температуры в различных диапазонах. При измерении НВРБ в системе рассмотрены различные состояния ориентации плоскостей поляризации входного света и определены параметры, при которых температура не влияет на структуру передачи.

Ключевые слова: фотоприемник, система опроса, датчик, сигнал.

ВВЕДЕНИЕ

Температура существенно влияет на характеристики оптических структур, показывающих периодичность вдоль оптического волокна, на котором они производятся. Изменение температуры вызывает изменение показателя преломления, а также влияет на размер структуры из-за теплового расширения. Последний эффект является доминирующим в случае периодических структур, а также наклонных волоконных решеток Брэгга (НВРБ). Измерения многих физических величин требуют компенсации или, по крайней мере, контроля изменений температуры. Длиннопериодные волоконные решетки (ДПВР) характеризуются высокой перекрестной чувствительностью к температуре, что ограничивает возможности их применения [1]. Тогда необходима температурная компенсация, например, за счет использования однородных волоконных решеток Брэгга (ВРБ)[2].

Существуют решения, в которых чувствительность к температуре НВРБ, приблизительно равная чувствительности ВРБ и составляющая приблизительно 10 пм/°С, незначительна, например, при измерении угла изгиба [3], но в большинстве случаев такое изменение длины волны вызывает серьезные затруднения при обнаружении других величин, измеренных таким датчиком [4].

Когда НВРБ используется в качестве датчиков измерения уровня жидкости, происходящие изменения температуры являются основным фактором, отрицательно влияющим на измерение [5]. В этом случае мониторинг изменений температуры возможен путем измерения спектрального сдвига основного резонанса Брэгга, поскольку он нечувствителен к изменениям показателя преломления и, следовательно, к изменению уровня жидкости, в которую погружен элемент НВРБ [6]. Волоконные лазерные конструкции также известны одновременным измерением уровня жидкости и температуры [7]. Интерферометр состоит из двух сужений, выполненных на одномодовом волокне. При таком расположении интерферометр и обычная однородная решетка Брэгга действуют как фильтры в резонаторе лазера. Система генерирует сигнал с двумя длинами волн, причем каждый компонент сигнала имеет разную температурную чувствительность. Также используются системы, в которых волокно без сердечника объединяется с обычной однородной решеткой ВРБ, получая динамическую температурную компенсацию [8]. Поэтому отслеживание длины волны, соответствующей брэгговскому резонансу, является основным методом измерения температуры в системах, использующих брэгговские решетки в качестве измерительных головок. Контролируя λ_B, можно непрерывно контролировать температуру датчика и, при необходимости, компенсировать вызванное изменение длины волны, например, во время измерений pH [9].

В целом, можно сказать, что если сигнал из структуры НВРБ фильтруется другими периодическими структурами, например, ВРБ, то такой фильтрованный сигнал уже имеет температурную компенсацию [10]. Тепловая чувствительность НВРБ проявляется в смещении всего спектра в сторону более коротких или более длинных волн, как в случае ВРБ. На практике, если датчик НВРБ и фильтры Брэгга хранятся на одном оптическом волокне, их температурная чувствительность будет одинаковой из-за одинакового теплового расширения. Одинаковый сдвиг спектральных характеристик НВРБ и оптического фильтра означает, что оптическая мощность, передаваемая НВРБ и фильтруемая ВРБ, не зависит от температуры. Это свойство делает описанный метод нечувствительным к температуре, если датчик и фильтры работают в одинаковых условиях окружающей среды [11-13].

Методы исследования. Метод измерения смещения с использованием структур НВРБ, нечувствительных к изменениям температуры. На рисунке 1 (рисунок 1) показана система измерения температуры, в которой конструкции НВРБ были помещены в климатическую камеру. Схема системы измерения смещения и температуры представлена на (рисунок 2).



Рис. 1. Лабораторный стенд для измерения температуры НВРБ

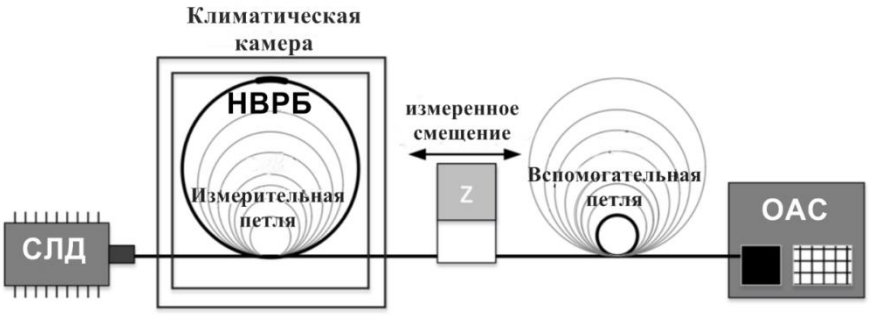


Рис.2. Системная схема для измерения сдвига оси Z и температуры

Входным сигналом датчика был свет в диапазоне длин волн от 1520 до 1600 нм, генерируемым суперлюминесцентным диодом SLD. Измерительная петля, состоящая из одномодового волокна и записанной на нем структуры НВРБ, была помещена в климатическую камеру с контролируемой температурой. Сдвиг вправо по оси z, вызванный использованием скользящего стола, приводит к тому, что измерительная петля зажимает и одновременно освобождает вспомогательную петлю. Это уменьшает радиус изгиба НВРБ, помещенного в измерительную петлю. Перемещение стола влево вызывает ослабление измерительной петли с помощью решетки НВРБ и затягивание вспомогательной петли. В то же время для заданных условий изгибания оптического волокна с помощью НВРБ, температура, окружающая датчик НВРБ, изменялась с помощью климатической камеры. Сигнал от датчика НВРБ был измерен и записан с использованием оптического анализатора спектра. Рисунок 3 (рис.3) показывает изменения в оптическом спектре для изменения значений смещения конца петли волокна, как показано на (рисунок 2). Для сравнения, на рисунке 4 (рисунок 4) обобщены изменения характеристик передачи НВРБ для значений температуры от -30°C до + 80°C.

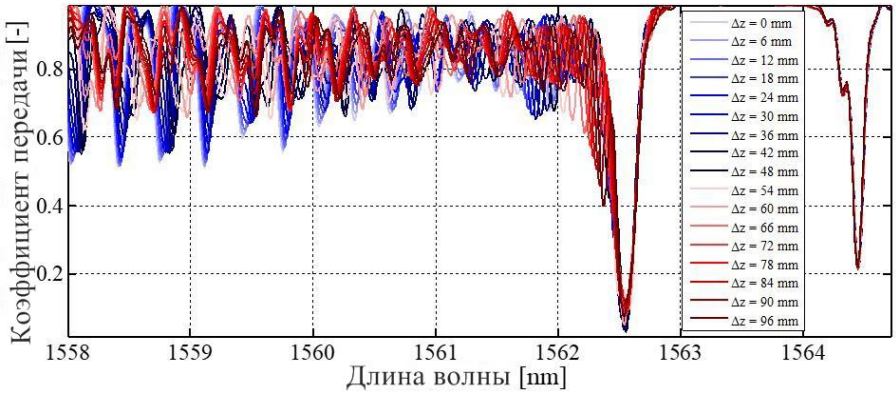


Рис.3. Характеристики передачи НВРБ для значений смещения Δz от 0 до 96 мм

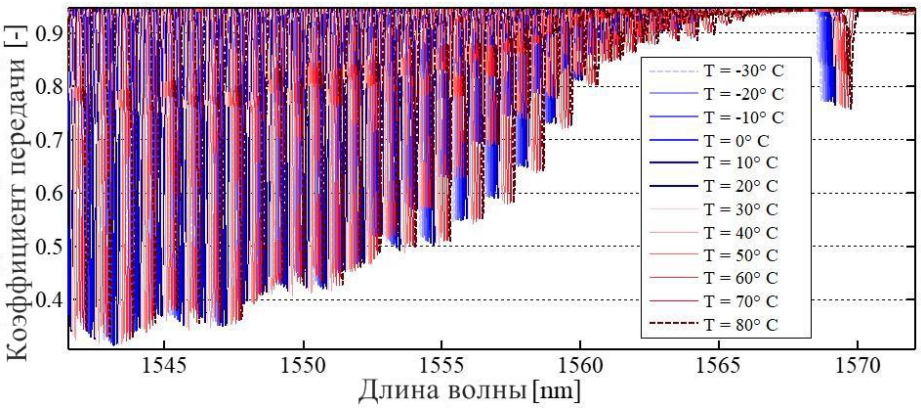


Рис.4. Сдвиг спектральных характеристик НВРБ из-за изменений температуры

Сдвиг конца волокна вызывает изменение длины волны отдельных оболочечных мод (рисунок 3), в то время как брэгговский резонанс остается неизменным. Изгиб структуры НВРБ в заданном диапазоне не влияет на распространение света в центре волоконно-оптического сердечника. В свою очередь, изменения температуры вызывают смещение всей спектральной характеристики без изменения ее формы (рисунок 4). Поскольку основной резонанс нечувствителен к индуцированным сдвигам конца волокна, его можно использовать в качестве эталона при измерении сдвигов (рисунок 5).

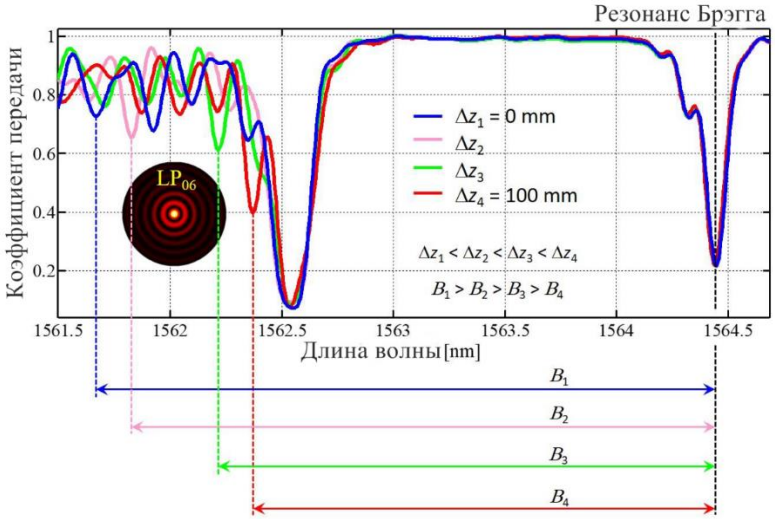


Рис. 5. Метод определения взаимного положения оболочечной моды LP_{06} и основной (брэгговской) моды для различных значений сдвига Δz

Сдвиг конца волокна Δz в устройстве, показанном на рисунке 2 (рисунок 2), вызывает спектральный сдвиг оболочечной моды, в данном случае LP_{06}, тогда как часть спектральных характеристик, соответствующая основному брэгговскому резонансу, остается неизменной. Диапазон длин волн между минимумом, соответствующим конкретной оболочечной моде, и минимумом, полученным из основной моды, обозначен как B и соответствует оптическому диапазону, изменение значения которого является мерой сдвига в предлагаемой измерительной системе (рисунок 2). На рисунке 6 показан эффект изменения положения конца волокна на оси от (или смещение: Δz) до полосы B, включенной между модой LP_{015} и основной модой.

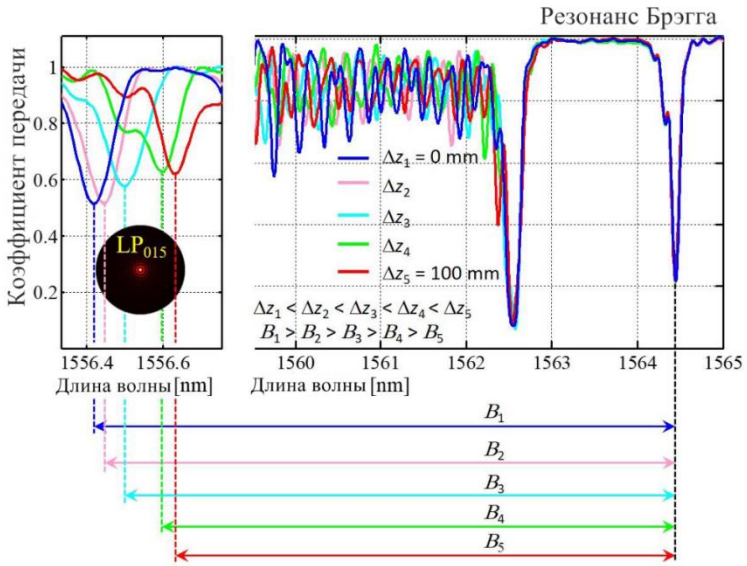


Рис.6. Изменение взаимного положения оболочечной моды LP_{015} и основной моды (Брэгга). Измерения, сделанные для различных значений сдвига Δz .

Изменения в полосе B, определяемые положением моды LP_{015} и основной модой, аналогичны изменениям моды LP_{06}. Изменение температуры вызывает равномерное смещение всего спектра НВРБ, одним из решений которого является измерение температуры, например, смещение основного пика Брэгга, в то время как измерение изгиба волокна может быть разницей в длине волны выбранной оболочечной моды и основной моды. Зависимость выбранных спектральных параметров от сдвига и температуры показана на рисунках 7–10 соответственно. Для анализа были выбраны только те моды, чьи минимальные значения на характеристиках передачи дают наилучшие результаты. Например, моды: LP_{113}, LP_{015}, LP_{116}. На рисунке 7 обобщены результаты измерений изменений длины волны мод, полученных для различных значений смещения конца волокна по оси z.

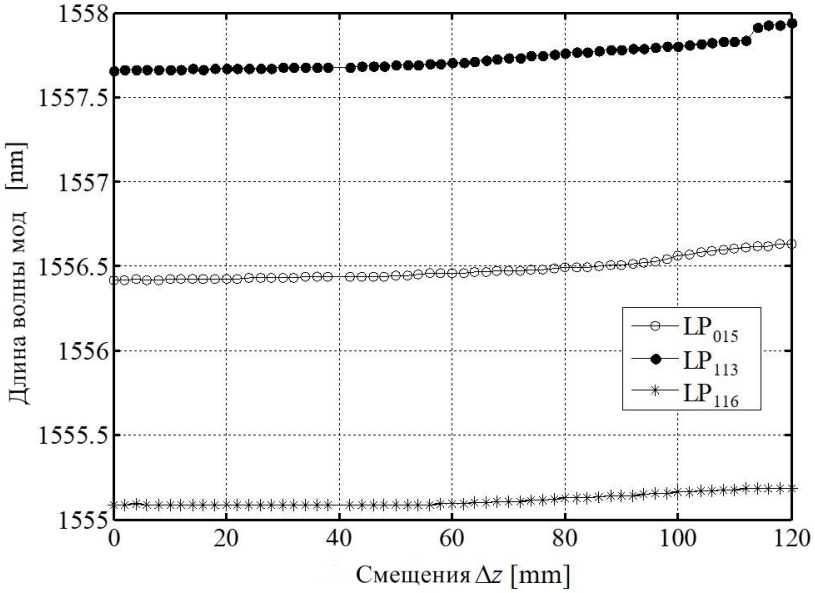


Рис. 7. Длины волн выбранных LP-мод в структуре НВРБ, измеренные с поляризацией типа P. Измерения для различных значений сдвига Δz

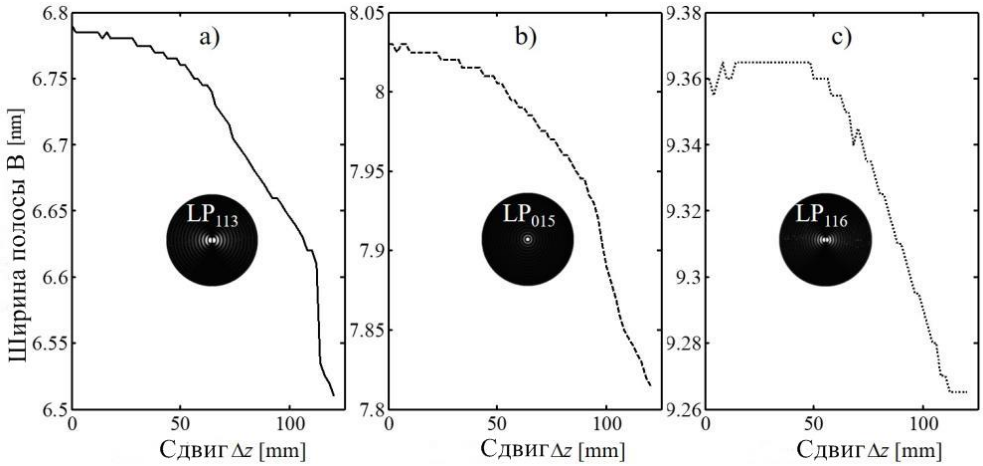


Рис. 8. Определенные значения ширины полосы B (согласно обозначению на рис. 6) в зависимости от индуцированного сдвига Δz: а) для моды LP_{113}, б) для моды LP_{015}, в) для моды LP_{116}

Зависимости ширины полосы B между данной оболочечной модой и основной модой под влиянием сдвига Δz имеют вид убывающих функций. Увеличение смещения конца волокна по оси z также вызывает изменение длины волны данной моды в сторону более длинных волн, в соответствии с кривыми, показанными на рисунке 7. В то же время длина волны, соответствующая основной моде, не изменяется. В результате полоса пропускания между оболочечной модой и основной модой уменьшается, и ее значение может быть мерой сдвига, вызвавшего ее.

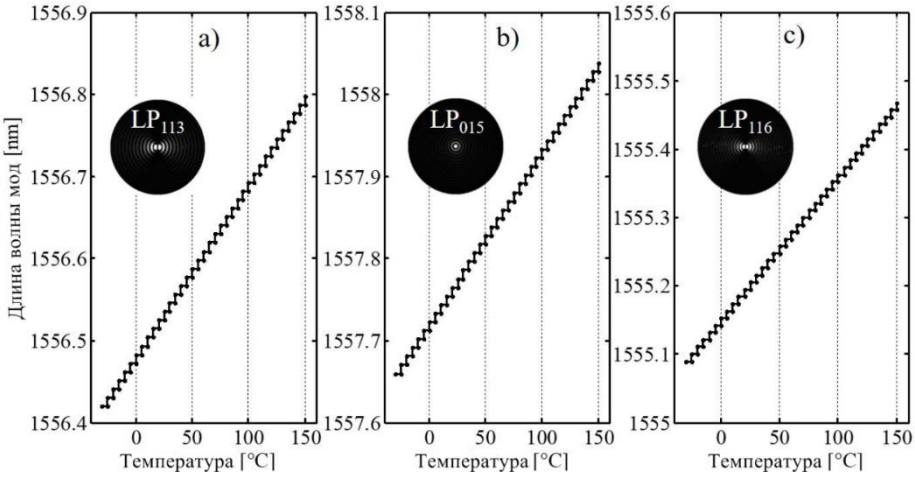


Рис. 9. Длины волн выбранных LP-мод в структуре НВРБ, измеренные с поляризацией типа P. Измерения выполнены для различных значений температуры: a) LP_{113}, b) LP_{015}, c) LP_{116}

На рисунке 9 представлены кривые, иллюстрирующие влияние температуры на длину волны выбранных оболочечных мод. Измерения проводились с использованием климатической камеры при температуре, измененной в диапазоне температур от -30°C до + 150°C, с изменением шага 5°C. Установка заданной температуры контролировалась электронной системой, управляющей работой камеры, и измерения проводились в непрерывном цикле. Наблюдается заметное монотонное изменение длины волны выбранных мод из-за изменений температуры. Повышение температуры также сдвигает отдельные моды на спектральных характеристиках в сторону более длинных волн, примерно до 10 мкм при 1°C, что приводит к увеличению длины волны данной моды. В то же время смещение длины основной моды, соответствующее брэгговскому резонансу, также претерпевает тот же сдвиг в сторону более длинных волн из-за теплового расширения всей структуры НВРБ. Это, в свою очередь, означает, что ширина полосы B между данной оболочечной модой и резонансом Брэгга не изменяется. Поэтому, определенная таким образом полоса пропускания B, может быть мерой сдвига конца волокна с одновременной нечувствительностью этого параметра к изменениям температуры. На рисунке 10 показаны результаты измерения ширины полосы B в температурных условиях, варьирующихся от –30° C до + 150° C.

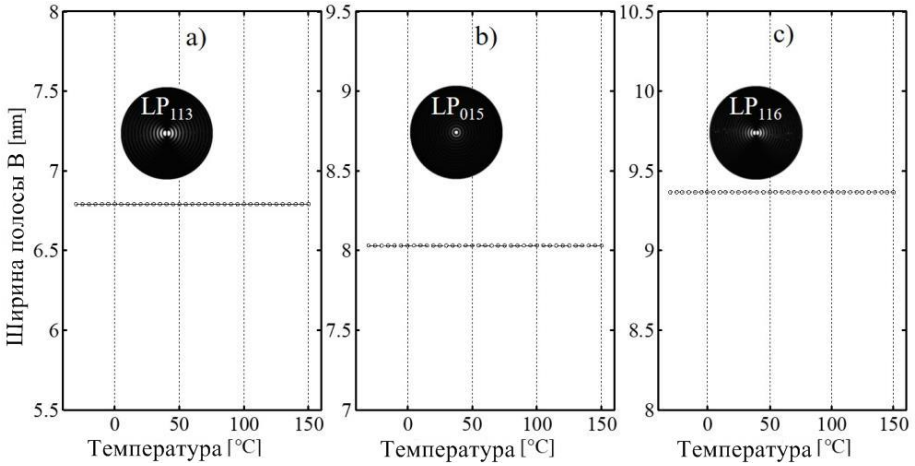


Рис. 10. Определенные значения ширины полосы B (согласно обозначению на рис. 6) как функции температуры T: а) для моды LP_{113}, б) для моды LP_{015}, в) для моды LP_{116}

Для всех выбранных мод ширина полосы остается постоянной в исследуемом диапазоне температурных изменений. Значения полосы пропускания отличаются для трех выбранных мод и составляют 6,79 нм, 8,03 нм и 9,36 нм для мод LP_{113}, LP_{015} и LP_{116}, соответственно, в то время как эти значения не изменяются из-за изменений температуры от -30° C до + 150° C.

Измерения ориентации поляризации света нечувствительны к изменениям температуры. При измерении НВРБ в системе, показанной на рисунке 2 (рис.2), можно определить ориентацию поляризации входного света, несмотря на одновременные изменения температуры. При измерении состояния поляризации используется изменение коэффициента пропускания определенных оболочечных мод из-за изменения ориентации плоскости поляризации входного света. Этот эффект наблюдается на рисунке 11 (рисунок 11), который показывает спектральные характеристики НВРБ, измеренные для трех ориентаций поляризации, в соответствии с маркировкой. Измерения поляризационной ориентации света, введенного в волокно из НВРБ, можно свести к измерению угла, образованного плоскостью поляризации входного света с плоскостью, определяемой осями y-z. Если обе плоскости находятся под одним углом (α = 0°), это соответствует поляризации входного света P-типа, плоскость которого параллельна оси Y. Если эти плоскости находятся под углом α = 45°, косвенная поляризация, обозначенная как S|P. Однако, если обе плоскости находятся под углом α = 90°, плоскость поляризации входного света имеет ориентацию S-типа, указанную для волокна с НВРБ [14-20].

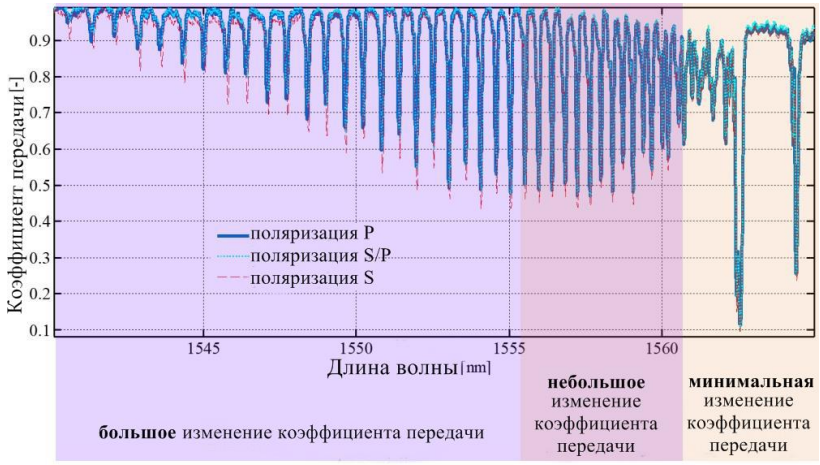


Рис. 11. Спектральные характеристики НВРБ, измеренные для трех ориентаций плоскости поляризации входного света

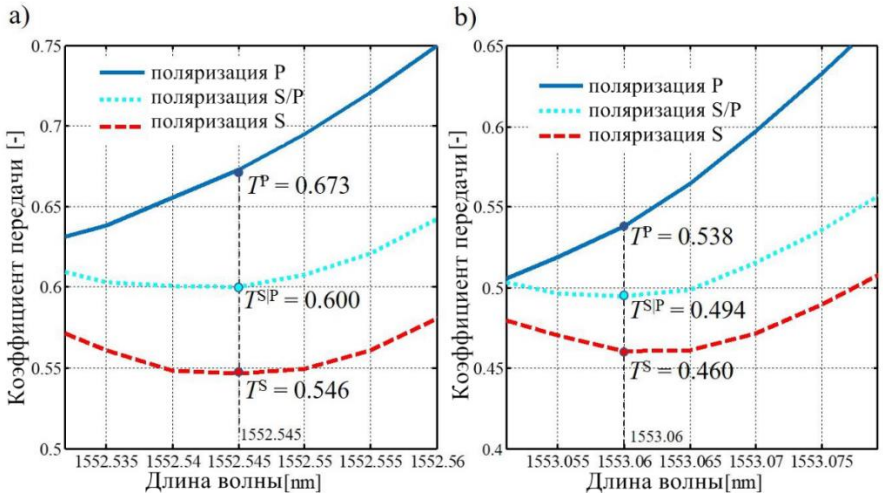


Рис.12. Изменения коэффициента пропускания, измеренные для трех ориентаций плоскости поляризации входного света: а) первый спектральный диапазон, б) второй спектральный диапазон

Изменение ориентации плоскости поляризации входного света влияет на скорость передачи структуры для данной длины волны. Для длины волны 1552,545 нм коэффициент пропускания изменяется с вращением плоскости поляризации входного света, принимая значения от 0,546 для поляризации S, до 0,673 для поляризации в соответствии с положением типа P. Также можно выбрать такую длину волны, например, 1553,06 нм, для которой коэффициент передачи, обусловленный

изменением поляризации из состояния P в состояние S, будет изменяться в пределах T = 0,46-0,538 (рис. 12-б). Это измерение позволяет откалибровать НВРБ для определения положения плоскости поляризации входного света, но оно сопряжено с некоторыми трудностями. Это, в свою очередь, изменит коэффициент передачи для выбранной длины волны (рис. 12 а и 12 в), и этот метод будет чувствителен к изменениям температуры. Независимость от изменений температуры возможна, если мы возьмем значение коэффициента пропускания как меру изменения угла поляризации входного света, но не для данной длины волны, а только для минимума, соответствующего данной оболочечной моде, что графически показано на рисунке 13 (рисунок 13).

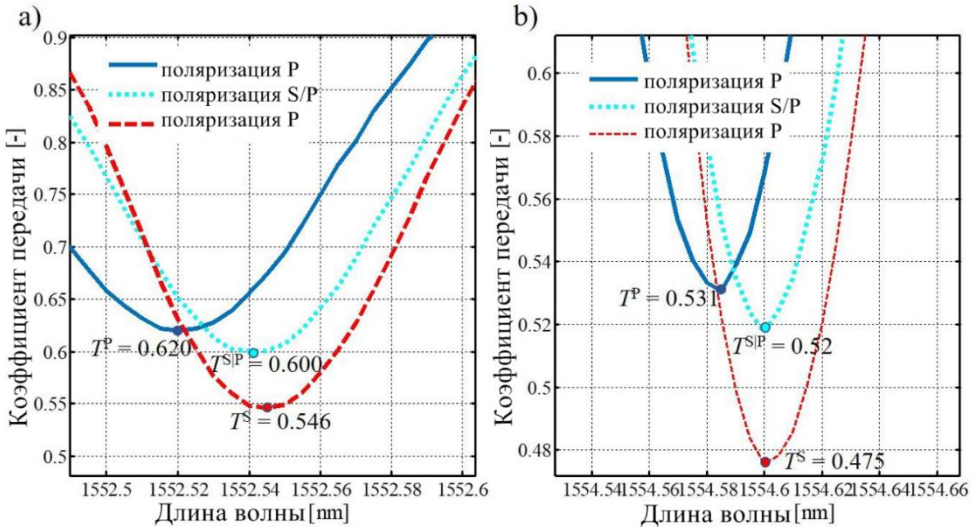


Рис. 13. Изменения коэффициента пропускания, соответствующего минимуму выбранной оболочечной моды, измеренной для трех ориентаций плоскости поляризации входного света:
а) спектральный диапазон, соответствующий оболочечной моде LP_{018},
б) спектральный диапазон, соответствующий оболочечной моде LP_{119}

Этот подход приводит к изменению коэффициента передачи для исследуемого диапазона поляризации входного света (от состояния P до состояния S) меньше (например, T = 0,546-0,62 для моды LP_{018} и T = 0,475-0,531 для моды LP_{119}), чем для подхода, представленного на рисунке 12, но этот метод нечувствителен к температуре. Его изменение приведет только к сдвигу минимумов по соответствующим спектральным характеристикам отдельных оболочечных мод, при этом коэффициент передачи, соответствующий минимуму, остается без изменений. Результаты измерений изменения коэффициента передачи при изменении температуры показаны на рисунке 14.

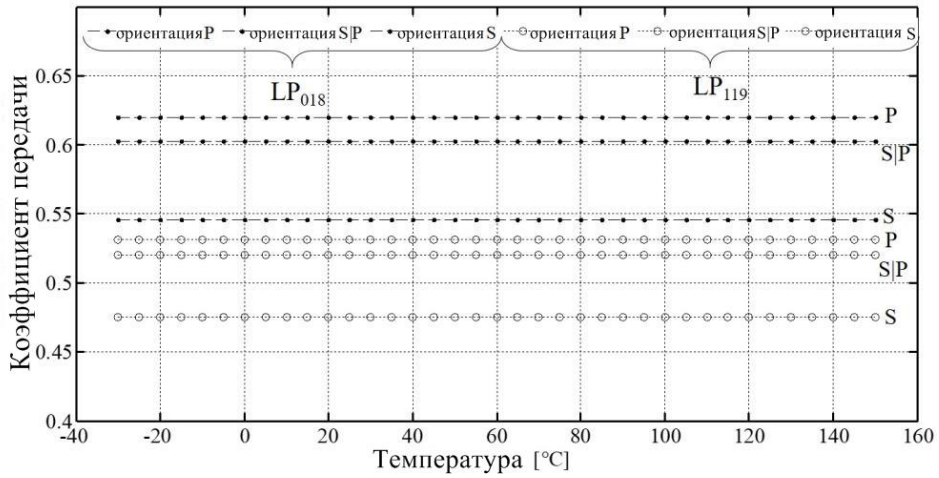


Рис. 14. Результаты измерений коэффициента передачи для двух выбранных мод LP_{018} и LP_{119} в условиях изменения температуры. Измерения, выполненные для трех ориентаций поляризации входного света P, S / P и S

Для измерения ориентации плоскости поляризации света, вводимого в оптоволокно от НВРБ, также можно использовать свойство, заключающееся в том, что изменение температуры вызывает только изменение длины волны отдельных мод, не изменяя структуру передачи. Результаты измерений для трех рассматриваемых состояний поляризации: P, S|P и S показывают, что нет изменений коэффициента передачи в диапазоне температур от -30°C до +150°C, для выбранных оболочечных мод более высокого порядка, LP_{018} и LP_{119}. Поэтому минимальное пропускание по спектральным характеристикам, соответствующим конкретной оболочечной моде более высокого порядка, может использоваться для измерения угла поляризации света, нечувствительного к изменениям температуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показано, как измерять и интерпретировать сигналы от датчиков, которые используют структуры НВРБ для компенсации изменений температуры во время измерения. При измерении состояния поляризации используется изменение коэффициента пропускания определенных оболочечных мод из-за изменения ориентации плоскости поляризации входного света. Измерения ориентации поляризации света показали, что они нечувствительны к изменениям температуры.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях Оптоэлектроники факультета электротехники и компьютерных наук Люблинского технического университета в рамках проекта ГФ №AP05132778 «Исследование и разработка системы интеррогации сигналов с оптоволоконным рефрактометром с использованием телекоммуникационных сетей» ИИВТ КН МОН РК.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Khaliq S., James S. W., Tatam R. P., Fiber-optic liquid-level sensor using a long-period grating, Optics Express 26(16), 1224-1226 (2001). doi: 10.1364/OL.26.001224.

[2] Ribaut C., Voisin V., Malachovská V., Dubois V., Mégret P., Wattiez R., Caucheteur Ch., Small biomolecule immunosensing with plasmonic optical fiber grating sensor, Biosensors and Bioelectronics 77, 315-322 (2016). doi: 10.1016/j.bios.2015.09.019.

[3] Guo Ch., Chen D., Shen Ch., Lu Y, Liu H., Optical inclinometer based on a tilted fiber Bragg grating with a fused taper, Optical Fiber Technology 24, 30-33 (2015). doi: 10.1016/j.yofte.2015.04.004.

[4] Zhou Y., Zhou W., Chan Ch. Chi., Wong W. Ch., Shao L.-Y., Cheng J., Dong X., Simultaneous measurement of curvature and temperature based on PCF-based interferometer and fiber Bragg grating. Optics Communications 284, (2011). doi:10.1016/j.optcom.2011.08.048.

[5] Shen C., Zhou W., Albert J., Polarization-resolved evanescent wave scattering from gold-coated tilted fiber gratings, Optics express 22(5), 5277-5282 (2014). doi: 10.1364/OE.22.005277.

[6] Gu B., Qi W., Zhou Y., Wu Zhifang, Shum P. P., Luan F., Reflective liquid level sensor based on modes conversion in thin-core fiber incorporating tilted fiber Bragg grating, Optics Express 22(10), 11834-11839 (2014). doi: 10.1364/OE.22.011834.

[7] Zhang Q., Wang Y., Sun Y., Gao L., College Y. Y., Hilbert-Huang Transform based method for monitoring the crack of concrete arch by using ВРБ sensors. Optik 127, 3417-3422 (2016).

[8] Li Ch., Ning T., Zhang Ch., Li J., Wen X., Pei Li, Gao X., Lin H., Liquid level measurement based on a no-core fiber with temperature compensation using a fiber Bragg grating, Sensors and Actuators A 245, 49-53 (2016). doi: 10.1016/j.sna.2016.04.046.

[9] Aldaba A. L., González-Vila Á., Debliquy M., Lopez-Amo M., Caucheteur C., Lahemd D., Polyaniline-coated tilted fiber Bragg gratings for pH sensing, Sensors and Actuators B 254, 1087-1093 (2018). doi: 10.1016/j.snb.2017.07.167.

[10] Cięszczyk S., Harasim D., Kisała P., Novel twist measurement method based on ТВРБ and fully optical ratiometric interrogation, Sensors and Actuators A 272, 18-22 (2018). doi: doi.org/10.1016/j.sna.2018.01.048

[11] Кисала П., Калижанова А.У., В. Вуйцик, Кашаганова Г.Б., Оразбеков Ж.. Исследование и разработка новой технологии для измерени показателя преломления среды. Вестник КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы. №2(132), 2019, С.440-447.

[12] Вуйцик В., Калижанова А.У., Кисала П., Кашаганова Г.Б., Цещик С., Козбакова А.Х., Оразбеков Ж. Выбор оптимальных параметров для измерительных и опрашиваемых элементов системы интеррогации сигналов // Вестник КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы. №2(132), 2019, С.382-389.

[13] M. Kalimoldayev, A. Kalizhanova,W.Wójcik, G. Kashaganova, S. Amirgaliyeva, A. Dasibekov, A. Kozbakova, Zh. Aitkulov Research of the Spectral Characteristics of Apodized Fiber Bragg Gratings. WSEAS Volume 14, 2019, Pages 121-128.

[14] Вуйцик В., Кисала П., Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж., Кашаганова Г.Б., Арсланова С.З., Спектральные измерения оптических волокон с применением структуры наклонных волоконных решеток брэгга // IV Междунар. науч. практ. конф. «Информатика и прикладная математика». – Алматы, 2019. –Т. 2. –С.253-273.

[15] S. Cieszczyk, D. Harasim, and P. Kisała A Novel Simple TFBG Spectrum Demodulation Method for RI Quantification IEEE Photonics technology letters, vol. 29, no. 24, December 15, 2017 pp 2264-2267.

[16] S. Cięszczyk Passive Open-Path FTIR Measurements and Spectral Interpretations for in situ Gas Monitoring and Process Diagnostics // Acta Physica Polonica A 126(3), pp. 673-678, 2014.

[17] Cieszczyk S, Harasim D, Kisała P. Novel twist measurement method based on TFBG and fully optical ratiometric interrogation Sensors and Actuators A: Physical 2018 pp 18-22.

[18] Кисала П., Калижанова А.У., В. Вуйцик, Кашаганова Г.Б., Оразбеков Ж.. Исследование и разработка новой технологии для измерени показателя преломления среды. Вестник КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы. №2(132), 2019, С.440-447.

[19] Вуйцик В., Калижанова А.У., Кисала П., Кашаганова Г.Б., Цещик С., Козбакова А.Х., Оразбеков Ж. Выбор оптимальных параметров для измерительных и опрашиваемых элементов системы интеррогации сигналов., Вестник КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы. №2(132), 2019, С.382-389.

[20] M. Kalimoldayev, A. Kalizhanova,W.Wójcik, G. Kashaganova, S. Amirgaliyeva, A. Dasibekov, A. Kozbakova, Zh. Aitkulov Research of the Spectral Characteristics of Apodized Fiber Bragg Gratings. WSEAS Transactions on Systems and Control. Volume 14, 2019, Pages 121-128.

Калижанова А.У., Кисала П., Козбакова А.Х., Еділхан Д., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж.Т.

Толық интеррогация жүйесін эксперименттік зерттеу және тестілеу

Түйіндеме. Берілген жұмыста датчик ретінде Брэгтің көлбеу талшықты торы қолданылған (БКТТ) интеррогация жүйесін тестілеу және тәжірибе түрінде зерттеу нәтижелері ұсынылған. Сонымен қатар температураның өзгеруіне сезімтал емес Брэгтің көлбеу талшықты торының құрылымы негізінде орын ауыстыруды өлшеу әдісі қолданылды. Өлшеу климаттық камераны температураның әртүрлі диапазонындағы өзгеріп отыратын температурасында қолданылуымен жүргізілді. БКТТ өлшеуде берілістердің құрылымына әсер етпейтін температура кезіндегі параметрлер анықталды және кіріс жарығын полярлау жазықтығы бағдарларының әртүрлі күйлері қарастырылды.

Кілттік сөздер: фотоқабылдағыш, сұрау жүйесі, датчик, сигнал.

УДК 691.771

I.A. Don, B. A. Unaspekov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail:don@apcinvest.kz)

PECULIARITIES OF GAS SUPPLY OF INDUSTRIAL FURNACES ON THE EXAMPLE OF A PLANT FOR THE PRODUCTION OF ALUMINUM PROFILES HOFFMAN

Abstract. This article discusses the features of gas supply for an industrial furnace using the example of a factory for the production of aluminum profiles HOFFMAN. The basic principle of the operation of the melting furnace is considered, and the features of the operation of burners at this plant are also studied.

Key words: tunnel kiln, smelter, aluminum smelter, burners

И.А. Дон, Б.А. Унаспеков
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан)

ОСОБЕННОСТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ НА ПРИМЕРЕ ЗАВОДА ПО ПРОИЗВОДСТВУ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОФИЛЕЙ HOFFMAN

Аннотация. В статье рассматриваются особенности газоснабжения промышленной печи на примере завода по производству алюминиевых профилей HOFMAN. Рассмотрены основной принцип работы плавильной печи, а также изучены особенности работы горелок на данном заводе.

Ключевые слова: туннельная печь, плавильный цех, алюминиевый завод, горелки

Завод по производству прессованных профилей - предприятие, которое располагается в г. Алматы, специализирующийся на экструзии алюминиевых профилей Республики Казахстан.

Введение. Заводом будет проводится политика технического вооружения и модернизации, направленную на достижение мировых стандартов производительности и качества выпускаемой продукции, что гарантирует точность и стабильность характеристик, надежность и долговечность готовой продукции.

Завод оснащен самым современным оборудованием с высоким уровнем механизации и автоматизации производственных процессов с полным циклом в одном производственном здании, начиная от литья заготовок, прессования и покраски профилей и заканчивая линией упаковки алюминиевого профиля.

Самые современные технологические решения обеспечивают ощутимое снижение потребления электроэнергии и газа, что является большим вкладом обеспечения экологической безопасности производства.



Рис. 1. Плавильная печь

Предприятием производятся прессованные профили из сплава AA 6063, AA 6060, AA 6463 и 6XXX.

Основная часть. Согласно технологическим процессам завод подразделяться на следующие производственные цеха:

- литейный цех, обеспечивающий производство цилиндрическими заготовками из алюминиевых сплавов для прессования профилей;
- прессовый цех, оснащенный двумя высокопроизводительными прессовыми линиями общей производительностью 10 000 тонн профилей в год;
- покрасочный цех, с линией порошковой покраски и с линией анодирования профилей.
- участок сборки профилей и пакетирования, где производится сборка комбинированных профилей и упаковка готовой продукции.

Наряду с современным производственным оборудованием, предприятие обладает собственным техническим отделом, где разрабатываются новые системы и профили, проводятся лабораторные исследования и контроль качества продукции на всех этапах производства.

Инновационные технологии, которые используются в производстве позволяют получать качественную продукцию отвечающим мировым стандартам. Цеха, расположенные под одним предприятием от литья до конечной продукции, позволяют выпускать до 1200 тонн готовых изделий в месяц.

Печь плавления алюминия предназначен для быстрой и максимально эффективной плавки алюминия и алюминиевых сплавов. Литейный цех оснащен печью наклонного типа. Конструкция печи, обеспечивает доступное обслуживание, эксплуатацию и ремонт. В качестве сырья в печи используется: первичный алюминий, алюминиевая чушка, лом. Общий вид плавильной печи представлен на рисунке 1.

Большое загрузочное окно позволяет производить быструю загрузку печи и производить очистку расплава от шлака. Дверь печи - гильотинного типа с электрическим подъёмником и противовесом, предупреждающим возможное падение двери.

Внешний корпус печи и дверь изготовлен из свариваемых листов профильной стали. Многослойная футеровка печи выполнен из современных качественных огнеупорных материалов, которые обеспечивают максимальное сохранение тепла и долгий срок службы печи.

Для регулирования объёма слива алюминиевого расплава сливное отверстие печи снабжается заслонкой, управляемой пневматическим цилиндром. Вся работа печи полностью автоматизирована и управляется логическим контроллером, что сводит к минимуму участие оператора в работе печи. Печь комплектуются системой по очистке отработанных газов. Высокотехнологичная система горения с регенерацией тепла обеспечивает оптимизацию работы и повышение КПД печи.

Система горения печи плавления регенеративного типа

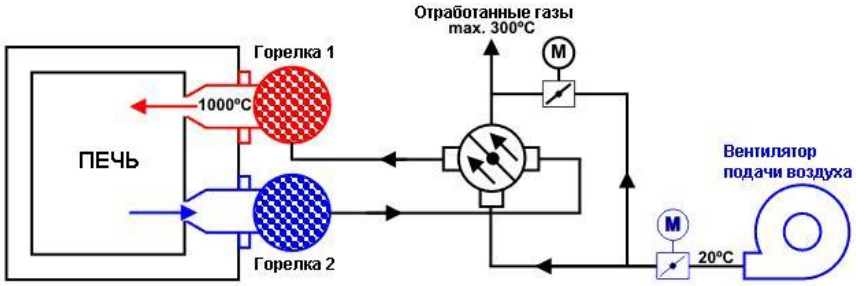
Система горения печи состоит из 2-х специальных горелок, каждая из которых оборудована регенератором тепла. Наполнителем регенераторов являются долговечные и легко очищаемые корундовые шарики (Al_2O_3) диаметром 25 мм.

На печи установлены специальные горелки, которые работают по следующему принципу.

Принцип работы: Во время работы печи каждая из горелок горит отдельно от другой.

1. Во время работы горелки №1 отработанные горячие газы отводятся горелкой №2 и проходят через регенератор №2, нагревая его наполнитель. (см. *рис. №2.а*)

а



б

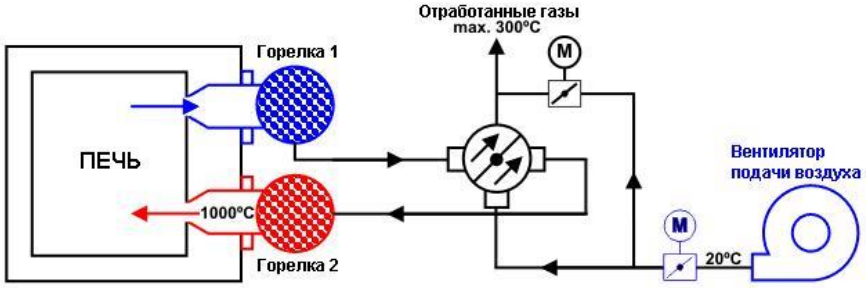


Рис. 2. а, б – Режим работы горелок

2. Когда температура регенератора горелки №2 достигает заданной, автоматика печи с помощью пневматических и электрических клапанов меняет пути движения отработанных газов и холодного воздуха, а также режим работы горелок. При этом горелка №1 отводит отработанные газы, нагревая регенератор №1, а горелка №2 горит, используя предварительно нагретый регенератором №2 воздух для горения. (см.*рис. 2.б*)

Заключение. Таким образом, за счёт предварительного нагрева воздуха для горения отходящими газами, данная система позволяет регенерировать до 70% тепла и экономить до 25% энергоносителя. Также, при прохождении отработанных газов через регенераторы, часть вредных веществ оседает на наполнителе, что сокращает вредные выбросы в атмосферу, при этом очистку корундовых шариков требуется проводить всего 1 – 2 раза в месяц.

ЛИТЕРАТУРА

[1] КондратенкоВ.А. Керамические стеновые материалы: оптимизация их физико-технических свойств и технологических параметров производства. М.: Композит, 2005.– 512с.

[2] Гнездов Е.Н., Марченко Ю.И., Гущина А.В., Кузьмина Е.Г., Медведева Н.В. Мониторинг температурного поля в сушилке керамических изделий //Строительные материалы. 2008. № 4. С. 39–41.

[3] Гнездов Е.Н., Марченко Ю.И., Пережигин Е.А. Разработка и внедрение измерительно-регистрирующего комплекса для мониторинга процесса сушки керамических изделий. // Строительные материалы. 2007. № 2. С. 74–75.

[4] Левченко П.В. Расчет печей и сушил силикатной промышленности. М.: Высшая школа, 1968. 368 с.

[5] Almeida, G.S.; Fernandes,M.A.F.; Fernandes, J.N.; Neves, G.A.; Barbosa de Lima,W.M.P.; de Lima, A.G.B. Drying of Industrial Ceramic Bricks: An Experimental Investigation in Oven. Defect Diffus. Forum 2014.p. 116–120. [CrossRef]

[6] da Silva Almeida, G.; da Silva, J.B.; e Silva, C.J.; Swarnakar, R.; de Araújo Neves, G.; de Lima, A.G.B. Heat and Mass Transport in an Industrial Tunnel Dryer: Modeling and Simulation Applied to Hollow Bricks. Appl. Therm. Eng. 2013.p.78–86. [CrossRef]

[7] Teixeira de Brito, M.K.; Teixeira de Almeida, D.B.; Barbosa de Lima, A.G.; Almeida Rocha, L.; Santana de Lima, E.; Barbosa de Oliveira, V.A. Heat and Mass Transfer during Drying of Clay Ceramic Materials: A Three-Dimensional Analytical Study. Dius. Found. 2016.p. 93–106. [CrossRef]

[8] Itaya, Y.; Uchiyama, S.; Hatano, S.; Mori, S. Drying Enhancement of Clay Slab by Microwave Heating. Dry. Technol. 2005.p.1243–1255. [CrossRef]

[9] Batista, V.R.; Nascimento, J.J.S.; Lima, A.G.B. Drying and Firing of Solid and Hollow Ceramic Bricks Including Dimensional Variations and Structural Damage. Rev. Eletrôn. Mater. Process. 2008, 3, 46–61. (In Portuguese)

[10] Araújo, M.V.; Delgado, J.; Barbosa de Lima, A.G. On the Use of CFD in Thermal Analysis of Industrial Hollow Ceramic Brick. Dius. Found. 2016.p.70–82. [CrossRef]

[11] Khalili, K.; Bagherian, M.; Khisheh, S. Numerical Simulation of Drying Ceramic Using Finite Element and Machine Vision. Procedia Technol. 2014.p.388–393. [CrossRef]

Дон И.А., Унаспеков Б.А.

HOFFMAN алюминий профильдерін шығаратын зауыт мысалында өндірістік пештерді газбен қамтамасыз ету ерекшеліктері

Түйіндеме. Бұл мақалада HOFFMAN алюминий профильдерін шығаратын зауыттың мысалын қолдана отырып, өнеркәсіптік пешті газбен жабдықтау ерекшеліктері қарастырылады. Балқыту пешінің жұмысының негізгі қағидасы қарастырылған, сонымен қатар осы зауыттағы қыздырғыштардың жұмыс ерекшеліктері қарастырылған.

Түйінді сөздер: туннель пеші, балқыту, алюминий балқыту, оттықтар.

УДК 691.771

B. A. Unaspekov, I.A. Don
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail:don@apcinvest.kz)

ANALYSIS OF THE WORK OF INDUSTRIAL FURNACES AND THE GAS SUPPLY SYSTEM

Abstract. This article discusses the main types of furnaces for the production of building materials. The analysis of the features of the furnaces. The advantages and disadvantages of the operation of burners in tunnel kilns are studied.

Key words: industrial furnaces, tunnel furnaces, gas burners, high-speed burners.

Б.А. Унаспеков, И.А. Дон
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан)

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ И СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены основные виды печей для производства строительных материалов. Проведен анализ особенностей работы печей. Изучены преимущества и недостатки работы горелок в туннельных печах.

Ключевые слова: промышленные печи, туннельные печи, газовые горелки, скоростные горелки

Введение. Наиболее важным процессом в производстве строительных материалов (извести, цемента, керамзита) является обжиг исходного сырья. При этом в сырье происходит множество физических и химических превращений, таких, например, как сушка, дегидратация, декарбонизация

(кальцинация), спекание, вспучивание и др. Основным агрегатом для обжига являются печи. В дальнейшем рассматриваются наиболее распространенные виды печей для производства строительных материалов.

Основная часть. Для производства цемента существуют два способа производства – мокрый и сухой. Сухой способ производства является более экономичным в отношении расхода топлива, поэтому цементная промышленность высокоразвитых стран Европы и Японии практически полностью использует сухой способ производства. Мокрый способ производства существует преимущественно в России, в странах СНГ и в США. Цементный клинкер – полуфабрикат для производства цемента – обжигается во вращающихся печах, являющихся основным лабораторное оборудованием агрегатов. Вращающаяся печь показана на рисунке 1 – это полый барабан, сваренный из стальных обечаек, выложенных изнутри огнеупорным кирпичом (футеровкой). Корпус печи расположен наклонно (под углом 3–4°) к горизонту и вращается вокруг продольной оси с частотой вращения 1–3 мин$^{-1}$. В верхнюю загрузочную часть подается сырьевая смесь, а в нижней разгрузочной части устанавливается топливосжигающее устройство [1].

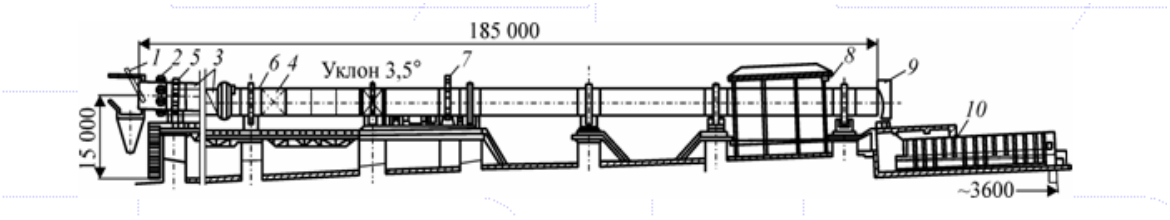


Рис. 1. Схема вращающейся печи мокрого способа производства:
1-шламовая течка; 2-фильтр-поглотитель; 3-цепная завеса; 4-теплообменник; 5-бандаж;
6-подбандажная обечайка; 7-венцовый привод; 8-охлаждающее устройство;
9-горячая головка печи; 10-клинкерный холодильник

В промышленности строительных материалов также применяются шахтные печи. Рабочее пространство шахтных печей, в которых ведется обжиг материалов, по высоте можно разделить на три части: зону обжига, расположенную несколько ниже середины печи; зону подогрева — выше зоны обжига до загрузочного отверстия и зону охлаждения — ниже зоны обжига до разгрузочных устройств. Шахтные печи, отапливаемые газообразным топливом, в нижней части по центру имеют особое устройство из огнеупорного кирпича, называемое керном.

В керне по его периферии расположены газовые горелки, к которым подводится газ. Устройство керна в центре печи обусловливается необходимостью равномерного прогревания шихты по всему сечению шахты. При установке горелок по диаметру печи снаружи обеспечить это практически невозможно.

Туннельные печи представляют собой непрерывно действующие установки, в которых по специальному туннелю навстречу продуктам горения движутся вагонетки с обжигаемыми на них изделиями.

Туннельные механизированные печи в значительной степени вытеснили кольцевые и периодические газокамерные установки и в настоящее время находят все более широкое применение для обжига кирпича, керамических облицовочных материалов и труб, изделий из фарфора, огнеупорных изделий [2].

Основным видом топлива для туннельных печей является природный газ. В ряде случаев используется жидкое и твердое низкосортное топливо, сжигаемое в выносных топках.

Принцип работы туннельных печей заключается в том, что по мере продвижения по туннелю печи материалы, погруженные на вагонетки, вначале подогреваются (в зоне подогрева) за счет отходящих продуктов горения и нагретого воздуха, поступающего в зону подогрева из зоны охлаждения, затем обжигаются (в зоне обжига) и охлаждаются (в зоне охлаждения) [3].

Длина туннельных печей колеблется от 5 до 150 м, ширина (внутри) —от 1,5 до 3 м и высота от пода вагонетки до замка свода 1,6—1,8 м от головки рельсов до замка свода 2,5 до 2,8 м.

Туннельная печь для обжига керамических изделий длиной 87,5 м, шириной канала (в свету) 1,4 м и высотой (от головки рельсов до замка свода) 2,6 м. Стены печи выполнены в зоне подогрева из обыкновенного глиняного кирпича (380 мм) и шамотного кирпича (230 мм) в зоне обжига— из обыкновенного глиняного кирпича (630 мм), изоляционного (345 мм) и шамотного (345 мм); в зоне

охлаждения (ближе к зоне обжига) —из обыкновенного глиняного кирпича (380 мм), изоляционного (230 мм) и шамотного (230 мм) и в конце зоны охлаждения — только из обыкновенного глиняного кирпича (510 мм).

Туннельные печи обладают существенными преимуществами по сравнению с другими видами печей. Конструкция туннельной печи позволяет эффективно вести процесс обжига, допускает механизацию и автоматизацию производственного процесса при минимальных затратах топлива и ручного труда. Существует ряд конструкционных особенностей туннельных печей. С точки зрения расположения газогорелочных устройств печи могут быть с боковым расположением горелок и сводовым.

В настоящее время практически все печи имеют боковое расположение горелок. Эффективнее располагать горелки на своде туннельной печи, т.к. в этом случае улучшается равномерность обжига изделий по сечению печи и появляется возможность непрерывного толкания вагонеток, что снимает термоудары на изделия, однако встречаются технические трудности при осуществлении такого отопления.

Применительно к режимам тепловой работы в последние десятилетия широкое применение находят современные конструкции горелок, в частности скоростные газовые горелки.

Ряд зарубежных фирм («Hauck», «Burke Thermal Enqeneerinq» и др.) разработали для туннельных печей газогорелочные устройства с регулируемыми параметрами истекающих продуктов горения. Принцип их работы в основном построен на диффузионном или смешанном горении газа. [7] Пределы устойчивой работы достигаются за счет контакта газового топлива не со всем потоком воздуха, а лишь с его частью.

В современной технике сжигания природного газа используется значительное количество газогорелочных устройств. Нами приведен патентный поиск по выявлению современных конструкций газовых горелок для высокотемпературных крупногабаритных туннельных печей по производству огнеупоров, используемых в странах СНГ и в дальнем зарубежье [8].

На основе изучения конструктивных особенностей вышерассмотренных газовых горелок нами установлено, что наиболее эффективная работа газовых горелок в зависимости от изменения аэродинамических режимов обеспечивает горелка с активной воздушной струей [9]. Установлено, что газовоздушная струя активно поступает в рабочее пространство промышленной печи и способствует созданию и выдержки высоких температур(до 18000 С) в зоне обжига туннельной печи. Данное условие является важным при работе тепловых агрегатов.

В связи с этим нами была изучена тепловая работа высокотемпературной туннельной печи, оснащенной дутьевыми горелками типа ГНП и обоснована необходимость замены этих горелок на современные газогорелочные устройства с активной воздушной струей.

На качество выпускаемых огнеупорных изделий значительную роль оказывает тепловая обработка материалов, в частности обеспечения требуемого нагрева в зоне подогрева туннельной печи.

Как показывает опыт эксплуатации туннельных печей температура на поверхности изделий, находящихся на вагонетке перед поступлением их в зону обжига должна быть в пределах (1500 – 16000 С). При этих условиях обеспечивается качественный обжиг.

Заключение. Однако, как следует из изучения температурного режима действующей крупногабаритной туннельной печи достичь эффективного нагрева изделий за счет продуктов сгорания практически невозможно. В связи с этим наиболее правильное решение вопроса – установка в зоне подогрева эжекционных газовых горелок с периферийной подачей газа [10].

Вопросы, связанные с газоснабжением высокотемпературных туннельных печей, в частности совершенствование тепловой работы агрегатов являются сложными и требуют специальных и комплексных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жуков Д.В. Скоростная сушка кирпича-сырца. М.:Стройиздат, 1999. 146с.

[2] Гинзбург Д.Б., Деликишкин С.Н., Ходоров Е.И., Чижский А.Ф. Печи и сушилки силикатной промышленности / Под ред. Будникова П.П. М.:Госстройиздат, 1993. 344 с.

[3] Баренбойм А.М., Галиева Т.М., Гинзбург Д.Б., Гриссик А.М., Зимин В.Н., Кузяк В.А., Рутман Э.М., Ходоров Е.И., Чижский А.Ф. Тепловые расчеты печей и сушилок силикатной промышленности. М.: Стройиздат, 1992. 496 с.

[4] Химическая технология керамики / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. 496 с.

[5] КондратенкоВ.А. Керамические стеновые материалы: оптимизация их физико-технических свойств и технологических параметров производства. М.: Композит, 2005.– 512с.

[6] Гнездов Е.Н., Марченко Ю.И., Гущина А.В., Кузьмина Е.Г., Медведева Н.В. Мониторинг температурного поля в сушилке керамических изделий //Строительные материалы. 2008. № 4. С. 39–41.

[7] Гнездов Е.Н., Марченко Ю.И., Пережигин Е.А. Разработка и внедрение измерительно-регистрирующего комплекса для мониторинга процесса сушки керамических изделий. // Строительные материалы. 2007. № 2. С. 74–75.

[8] Левченко П.В. Расчет печей и сушил силикатной промышленности. М.: Высшая школа, 1988. 368 с.

[9] Almeida, G.S.; Fernandes,M.A.F.; Fernandes, J.N.; Neves, G.A.; Barbosa de Lima,W.M.P.; de Lima, A.G.B. Drying of Industrial Ceramic Bricks: An Experimental Investigation in Oven. Defect Diffus. Forum 2014, 353, 116–120.

[10] da Silva Almeida, G.; da Silva, J.B.; e Silva, C.J.; Swarnakar, R.; de Araújo Neves, G.; de Lima, A.G.B. Heat and Mass Transport in an Industrial Tunnel Dryer: Modeling and Simulation Applied to Hollow Bricks. Appl. Therm. Eng. 2013, 55, 78–86. [CrossRef]

[11] Teixeira de Brito, M.K.; Teixeira de Almeida, D.B.; Barbosa de Lima, A.G.; Almeida Rocha, L.; Santana de Lima, E.; Barbosa de Oliveira, V.A. Heat and Mass Transfer during Drying of Clay Ceramic Materials: A Three-Dimensional Analytical Study. Dius. Found. 2016, 10, 93–106. [CrossRef]

[12] Itaya, Y.; Uchiyama, S.; Hatano, S.; Mori, S. Drying Enhancement of Clay Slab by Microwave Heating. Dry. Technol. 2005,т. 23, p.1243–1255. [CrossRef]

[13] Batista, V.R.; Nascimento, J.J.S.; Lima, A.G.B. Drying and Firing of Solid and Hollow Ceramic Bricks Including Dimensional Variations and Structural Damage. Rev. Eletrôn. Mater. Process. 2008, 3, 46–61. (In Portuguese)

[14] Araújo, M.V.; Delgado, J.; Barbosa de Lima, A.G. On the Use of CFD in Thermal Analysis of Industrial Hollow Ceramic Brick. Dius. Found. 2016, 10, 70–82. [CrossRef]

[15] Keum, Y.T.; Jeong, J.H.; Auh, K.H. Finite-Element Simulation of Ceramic Drying Processes. Model. Simul.

Унаспеков Б.А., Дон И.А.

Өнеркәсіптік пештер мен газбен жабдықтау жүйелерінің жұмысын талдау

Түйіндеме. Бұл мақалада құрылыс материалдарын өндіруге арналған пештердің негізгі түрлері қарастырылады. Сонымен қатар пештердің жұмыс ерекшеліктері қарастырылды. Туннель пештеріндегі қыздырғыштардың жұмысының артықшылықтары мен кемшіліктері зерттелді.

Түйінді сөздер: өндірістік пештер, туннель пештері, газ қыздырғыштар, жоғары жылдамдықты қыздырғыштар.

УДК 00.004.942

D.Yu. Zernov, K.M. Kanguzhina, S.P. Semenenko
A.Ya. Glyvyak, A.I. Kasenova
(North Kazakhstan State University named after Manash Kozybayev,
Petropavlovsk, Kazakhstan. E-mail:ycheba201@mail.ru)

MODERN APPROACHES TO THREE-DIMENSIONAL MODELING OF HUMAN MOVEMENTS

Annotation At present, three-dimensional graphics are widely used for creating images on a plane in such areas as scientific calculations, engineering design, computer modeling of physical objects. The article discusses the use of modern systems of three-dimensional modeling of objects and human movements to calculate physical activity, to build models of physical objects. Modeling of human movements is used in such fields as sports biomechanics, robotics, ergonomics, physiology, rehabilitation and space medicine.

Key words: use of software for 3D modeling, simulation of human movements and physical objects.

Introduction

Three-dimensional graphics - a section of computer graphics devoted to methods for creating images or video by modeling volumetric objects in three-dimensional space. 3D modeling is the process of creating a three-

dimensional model of an object. The use of 3D-modeling technologies in system analysis and design automation is the focus of the works of Shipunova A. G., Yudaev A. V., Shuvaev A. A., Sazanova E. A. [6,7].

The main task of 3D modeling is to develop a visual volumetric image of the desired object. At the same time, the model can both correspond to objects and be completely abstract.

The graphic image of three-dimensional objects differs in that it includes the construction of a geometric projection of a three-dimensional model of the scene onto a plane (for example, a computer screen) using specialized programs. However, with the creation and implementation of 3D displays and 3D printers, three-dimensional graphics do not necessarily include projection onto a plane.

3D graphics usually deals with a virtual, imaginary 3D space that appears on a flat, two-dimensional surface of a display or sheet of paper. Currently, there are several methods for displaying three-dimensional information in a three-dimensional form, although of these it represents three-dimensional characteristics rather conditionally, since they work with a stereo image. From this area, one can note stereo glasses, virtual helmets, 3D displays capable of showing a three-dimensional image. [1-5

Of great interest is the use of 3D-modeling programs for modeling human movements.

Modeling of human movements in areas such as sports biomechanics, robotics, ergonomics, physiology, rehabilitation and space medicine, is used to:

- studies of the dependence of the norm and pathology of motor actions on the processes of the central and peripheral nervous systems;
- assistance with the diagnosis and correction of disorders of the musculoskeletal system, with further rehabilitation;
- optimization of the working conditions of the operator of the modeling system;
- development of a system of rational product of motor actions of athletes, which allows to achieve a sporting result. [8]

The biomechanical model can be based, on the one hand, on the theoretical positions known (or deduced) about the studied motor action, and on the other hand, on the results of experimental studies conducted by medical and technical methods, among which video analysis, electromyography, goniometry, etc.

Materials and methods

Of great interest is the modeling of human movements. To study the work of the musculoskeletal system and human movements, anthropometric modeling systems were developed. The most common systems are Xsens (https://xsenseccm.com/) and Vicon (https://www.vicon.com/). Both of them are systems of three-dimensional modeling of human movements. It should be noted that both systems of anthropometric modeling have suits with inertial sensors, data on the movement and physiological indicators from which are transmitted to the PC. Table 1 shows their comparative characteristics [12-15].

Table 1. **Comparison of Xsens and Vicon Systems**

	Xsens	Vicon
The country of manufacture	Netherlands	UK
Application area	A system for measuring the parameters of the human body, based on inertial sensors, biomechanical models and sensor synthesis algorithms. It is widely used in training athletes and for analyzing the characteristics of body movement.	Specialized motion capture systems for any application: life sciences, media and entertainment, location-based virtual reality and engineering.
Advantages	Easy to use, quick installation and instant data output. It has several specialized modules that can be used individually.	The system allows you to perform mass-dynamic and structural analysis of human movement using plug-in measuring systems
Disadvantages	Loss of information during data conversion, if used for medical purposes. The system primarily measures the speed and acceleration with which the sensors move on the human body	The visualization subsystem is only an additional element to the main measurement subsystem (optical motion capture using markers)
Integration options	Easy synchronization with devices from other manufacturers	Возможность синхронизации с устройствами других производителей

	Data is streamed or imported into various digital environments Compatible with Siemens PLM, Dassault Delmia & Catia, Unity3D, Autodesk software	Данные поступают в потоковом режиме или импортируются в различные цифровые среды Совместимость с MATLAB, MS Access, C++, Unity3D

The use of such systems for training athletes can help calculate the necessary loads, adjust the training process and physical activity.

Some aspects of modeling human movements can also be implemented in the Maya program. An example of modeling the movements of a basketball player is presented in Figure 1.

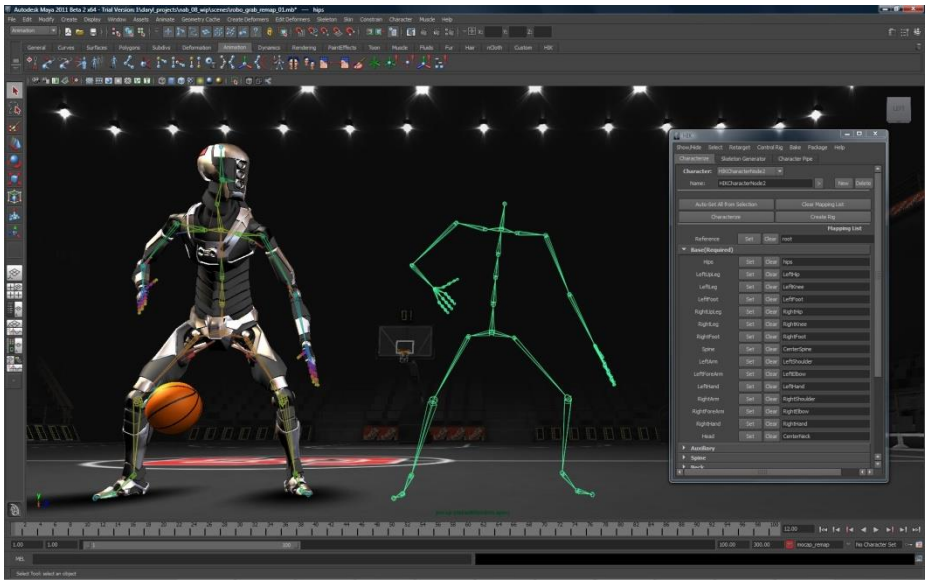


Fig. 1. Modeling the movements of a basketball player in the Maya program

For modeling, the following parameters were set: the size of the basketball player's body, the size of the gym, and the direction of movement. Maya allows you to create a simple three-dimensional model, but it is also indicative enough for visualizing movements.

Results

Typically, the software development of a 3D model consists of several stages, each of which is very important. At the first stage, the necessary material is assembled. If the simulated object is real, then you need photographs, drawings, and layouts, physical characteristics. If the object is fictional, then you need art drawings or sketches.

At the second stage, a three-dimensional model is created. In this case, the materials collected at the first stage are used, and the better they are, the more reliable is the computer model that needs to be modeled.

At the third stage, the object is visualized. A virtual model is being created so that it looks like in real life.

To simulate human movements, a large amount of initial data is needed. It is necessary to take into account the height, weight, physical parameters of the body (length of arms, legs, body, etc.).

Simulation systems of the musculoskeletal system in conjunction with the kinematic system use dynamic motion analysis, which allows you to immediately go to mass-force analysis (describe the work through the pendulum-spring model of movement) and find the relationship of the static parameters of the musculoskeletal and dynamic (i.e. how affects the bend angle of the left knee and the length of the legs and ligaments on the load on the right knee joint). This makes it possible to approach on the other hand the question of the redistribution of efforts within a muscle group and through dynamic characteristics describe in the three-dimensional interactive model the interaction of skeleton bones, muscles, blood vessels, and human nerve cells. [1, 9, 11]

Programs created for modeling human movements, such as Xsens and Vicon, have their own servers, which store data from various devices - suits with inertial sensors, displacement sensors, etc. Using this data allows you to design 3D reality in which the study of the object.

To build simpler 3D models of the movement of physical objects and a person, for example, for educational purposes, you can use Maya, Cinema 4D, Autodesk 3ds Max, and others.

Conclusions

In our age of high technology, science does not stand still. 3D modeling of various objects is very popular now. The use of systems for three-dimensional modeling of human and physical body movements is relevant for scientific research, in the educational process and in the preparation of athletes. The creation of data banks obtained by measuring the parameters of the human body allows you to accumulate knowledge, which can then be applied in medicine, biomechanics and other sciences.

Using software products of three-dimensional motion simulation makes it possible:

- simulate the motion paths of physical objects and select their parameters to find the optimal values depending on the problem being solved;
- study in more depth the laws of dynamics and biomechanics of the human body;
- choose a set of exercises that bring the greatest training effect.

REFERENCES

[1] Abbasov A. E., Abbasova T. S. Visualization and analysis of information when building 3D data models for microprocessor control systems / Sat. tr XIV International scientific-practical conference "Microprocessor, analog and digital systems: design and circuitry, theory and application issues." - Novocherkassk: SRSPU, 2014 .-- S. 3-4. - South Russian State Polytechnic University.

[2] Converting three-dimensional computer geometric models to optimize the parameters of simulated devices // Computer Research and Modeling, 2015, v. 7, No. 1, p. 81-91.

[3] Hern D., Baker M.P. Computer graphics and OpenGL standard. - 3rd ed. - M., 2015 .-- 1168 p.

[4] Lee J., Ware B. Three-dimensional graphics and animation. - 2nd ed. M .: Williams, 2017 .-- 640 p.

[5] Rusanova Ya.M., Cherdyntseva M.I. Visualization of 3D scenes. Methods of control and storage of resources // Computer Research and Modeling, 2009, v. 1, No. 2, p. 119-127

[6] Sazanov E. A. Increasing the efficiency of using three-dimensional modeling programs in design / E. A. Sazanov // Young scientist. - 2014. - No. 7. - S. 177–179.

[7] Shipunov A.G., Yudaev A.V., Shuvaev A.A., Kuznetsov V.M., Privalova T.V., Makhonin V.V. Method for automatically building a three-dimensional geometric model of a product in a geometric modeling system (RF patent No. 2325691). - 2008

[8] Zeng V.A. Overview comparison of 3D modeling programs // Scientific community of students of the XXI century. Engineering: Sat. Art. by mat. XXVII Int. Stud. scientific-practical conf. No. 12 (26). URL: http://sibac.info/archive/technic/12(26).pdf (accessed date: 01/14/2020)

[9] Alekseyeva T.V., Ameridi YU.V., Luzhetskiy M.G., «Informatsionno-analiticheskiye sistemy.,» Moskovskaya finansovo-promyshlennaya akademiya, , M.:, [Elektron. resurs]. - 2005 URL: http://www.e-biblio.ru/book/bib/01_informatika/IAS/Book.html.

[10] K. I., Trebovaniya dlya programmnogo obespecheniya: rekomendatsii po sboru i dokumentirovaniyu, M.: : Izdatel'stvo «Kniga po Trebovaniyu», 2013, p. 118 .

[11] Elizabeth Hull, Ken Jackson, Jeremy Dick, Requirements Engineering, Springer-Verlag London Limited 2011, 2011, p. 229.

[12] D. Leffingwell, Agile Software Requirements: Lean Requirements Practices for Teams, Programs, and the Enterprise (Agile Software Development Series) Scaling Software Agility Best Practices for Large Enterprises, Wesley, p. 418.

[13] K. A., Sovremennyye metody opisaniya funktsional'nykh trebovaniy k sistemam, Izdatel'stvo "Lori", 2002, p. 263.

[14] A. Cooper, The Inmates Are Running the Asylum: Why High Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity, Sams Publishing , 2004.

[15] B. Minto, The Pyramid Principle: Logic in Writing and Thinking, United Kingdom: Pearson Education Limited, 2009.

Зернов Д.Ю., Қанғожина Қ.М., Семененко С.П., Глывяк А.Я., Касенова А.И.

Адам қозғалысын үшөлшемді моделдеудің заманауи тәсілдері

Түйіндеме. Қазіргі уақытта ғылыми өлшемдер, инженерлік дизайн, физикалық объектілерді компьютерлік модельдеу сияқты салаларда үш өлшемді графика кеңінен қолданылады. Мақалада физикалық белсенділікті есептеу үшін, физикалық объектілердің модельдерін құру үшін объектілерді және адам қозғалыстарын

үшөлшемді модельдеудің заманауи жүйелерін қолдану туралы айтылады. Адамның қимыл-қозғалысын модельдеу спорттық биомеханика, робототехника, эргономика, физиология, реабилитация және ғарыш медицинасы сияқты салаларда қолданылады.

Түйінді сөздер: 3D модельдеу, адам мен физикалық заттардың қозғалыстарын модельдеу үшін бағдарламалық қамтамасыздандыруды қолдану.

Зернов Д.Ю., Кангужина К.М., Семененко С.П., Глывяк А.Я., Касенова А.И.

Современные подходы к трёхмерному моделированию движений человека

Резюме. В настоящее время трехмерная графика нашла широкое применение для создания изображений на плоскости в таких областях, как научные расчеты, инженерное проектирование, компьютерное моделирование физических объектов. В статье рассмотрено применение современных систем трехмерного моделирования объектов и движений человека для расчета физической нагрузки, для построения моделей физических объектов. Моделирование движений человека применяется в таких областях, как спортивная биомеханика, робототехника, эргономика, физиология, реабилитационная и космическая медицина.

Ключевые слова: использование программного обеспечения для 3D моделирования, моделирование движений человека и физических объектов.

D.R. Altayev, V.O. Bublikov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: dennisaltaev@gmail.com, ave5vladislav@gmail.com)

PROVIDING MONITORING AND FAULT TOLERANCE OF THE KUBERNETES-BASED CLOUD RESOURCE ALLOCATION SYSTEM

Abstract. The purpose of this work is to create a cluster based on Kubernetes to increase the fault tolerance of a system built on a microservice architecture and configure monitoring to track loads on microservices. To perform this task, modern technologies were chosen: Kubernetes, which provides opportunities for orchestration of container applications, Heapster, to provide monitoring of loads in modules.

Key words: orchestration, Kubernetes, containers, microservices, architecture, scaling.

Д.Р. Алтаев, В.О. Бубликов
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: dennisaltaev@gmail.com, ave5vladislav@gmail.com)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ОБЛАЧНОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ НА БАЗЕ KUBERNETES

Аннотация. Целью данной работы является создание кластера на базе Kubernetes для увеличения отказоустойчивости системы, построенной на микросервисной архитектуре и настройка мониторинга для отслеживания нагрузок на микросервисы. Для выполнения данной задачи были выбраны современные технологии: Kubernetes, предоставляющий возможности по оркестрации контейнерных приложений, Heapster, для обеспечения мониторинга нагрузок в модулях.

Ключевые слова: оркестрация, Kubernetes, контейнеры, микросервисы, архитектура, масштабирование.

1. Введение

В эпоху стремительного развития распределенных систем, все больше требуется создание качественной архитектуры для упрощения разработки и развертывания в облаке веб-приложений, а особенно написанных с использованием микросервисной архитектуры.

Kubernetes на данный момент является выбором всех крупных мировых компаний-лидеров в информационном мире, поэтому и для данного проекта, построенного на микросервисах, он был выбран изначально.

Kubernetes является проектом с открытым исходным кодом, предназначенным для управления кластером контейнеров Linux как единой системой. Kubernetes управляет и запускает контейнеры Docker на большом количестве хостов, а также обеспечивает совместное размещение и репликацию большого количества контейнеров. Проект был начат Google и теперь поддерживается многими компаниями, среди которых Microsoft, RedHat, IBM и Docker[1].

В настоящее время системы для оркестрации приложений, развертываемых в контейнерах, становятся все умнее и умнее. И Kubernetes не исключение, ведь здесь используется декларативное

программирование, при котором разработчик только задаёт то состояние, которое хочет получить в кластере, и платформа K8S сама решает, что нужно сделать для достижения данного состояния. Это очень упрощает оркестрацию контейнеров, так как каждый разработчик не заботится о том, чтобы наилучшим образом написать тот, или иной алгоритм. Но также следует сказать, что платформа открыта к расширению, чем пользуются опытные разработчики, дописывая свои собственные модули.

2. Концепции оптимального построение приложений в Kubernetes.

Для того, чтобы система, развернутая в Kubernetes, была отказоустойчивой, ее нужно правильно спроектировать. В частности, в каждом микросервисе нужно указывать проверки готовности, и проверки «живучести» (Liveness Probe) микросервиса.

В Kubernetes существует несколько вариантов создания проверки живучести:

– проверка HTTP GET выполняет запрос на IP адрес, порт и путь контейнера, которые указываются в описании пода;

– проверка сокета TCP пытается открыть подключение к указанному порту контейнера. Если подключение установлено успешно, то проверка считается сработавшей. В противном случае контейнер внутри пода будет перезапущен;

– проверка EXEC выполняет указанную произвольную команду внутри контейнера пода, и проверяет ответ, код, который возвращает команда. Проверка считается сработавшей только в случае, если код равен 0 [2].

Также следует указать, что можно установить задержку перед началом «опроса» контейнера. Свойство называется initialDelaySeconds. Как видно из названия свойства, время задаётся в секундах.

С точки зрения быстродействия нужно помнить, что проверки живучести не должны быть слишком ресурсозатратными и должны отрабатывать в кратчайшие сроки.

Ниже на рисунке 1 представлен фрагмент кода, с помощью которого указывается проверка живучести.

```yaml
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: container-liveness
spec:
  containers:
  - image: dennisaltaev/kubia-unhealthy
    name: kubia
    livenessProbe:
      httpGet:
        path: /
        port: 8080
```

Рис. 1. Пример проверки живучести (liveness Probe) для контейнера

Проверка готовности имеют такие же типы, как и проверки живучести. Нужно всегда добавлять проверки готовности в модули, потому что, если не добавить проверку, то модуль почти сразу станет конечной точкой, которая должна обрабатывать входящий трафик, а фактически модуль будет не готов, и это приведет к серьезным проблемам. А ведь бывают приложения, процесс инициализации которых требует много времени, пока пройдет подготовка базы данных, прогреется кэш приложения и т.д.

3. Масштабирование приложений в Kubernetes.

Для обеспечения большего уровня отказоустойчивости микросервиса заказов системы «Sulume» в Kubernetes можно настроить горизонтальное масштабирования подов, что позволит осуществлять балансировку нагрузки с помощью специального типа сервиса – Load Balancer. Балансировщик нагрузки будет равномерно распределять поступающий к микросервису трафик, и таким образом система будет доступной постоянно.

В Kubernetes очень простая настройка масштабирования модулей. Горизонтальное автомасштабирование модулей – автоматический процесс изменения количества реплик модуля, управляемого контроллером.

Kubernetes способен следить за подами и масштабировать их при достижении предельных показателей использования процессора или каких-то других критериев. Сначала описывается конфигурация автомасштабирования (относительная загруженность процессора и частота проверок), а затем соответствующий контроллер при необходимости регулирует количество реплик.

Процесс автомасштабирования можно разделить на 3 стадии:

– получение метрик всех модулей, которые находятся в области действия ресурса контроллера репликации;

– расчёт нужного количества модулей для более эффективной работы системы;

– обновления поля replicas необходимого модуля.

Все метрики на каждом модуле считывает cAdvisor, которые после агрегируются при помощи кластерного компонента Heapster. Если вся система распределения ресурсов будет слишком быстро усложняться, то можно внедрить другой инструмент для агрегации метрик и состояния системы под названием Prometeus. Очень хорошо работает связка с Grafana – решение с открытым исходным кодом для визуализации любых метрик системы из базы данных [3].

Также нужно знать некоторые параметры при настройке автомасштабирования: minReplicas, maxReplicas. Как понятно из названия – это ограничения по количеству реплик модуля. Также для того, чтобы Kubernetes понимал нужно ли масштабировать модуль, в определении автомасштабирования нужно указывать сколько памяти и CPU нужно для полноценной работы модуля.

Ниже на рисунке 2 представлен пример создания горизонтального автомасштабирования подов (Horizontal Pod Autoscaler или HPA).

```yaml
apiVersion: autoscaling/v2beta1
kind: HorizontalPodAutoscaler
metadata:
  name: podinfo
spec:
  scaleTargetRef:
    apiVersion: extensions/v1beta1
    kind: Deployment
    name: podinfo
  minReplicas: 2
  maxReplicas: 10
  metrics:
  - type: Resource
    resource:
      name: cpu
      targetAverageUtilization: 80
  - type: Resource
    resource:
      name: memory
      targetAverageValue: 200Mi
```

Рис. 2. Пример .yaml файла горизонтального масштабирования контейнера

Как видно из описания ресурса, HPA будет варьировать число реплик от 2 до 10, в случае, если средний показатель использования ЦП превысит 80 % или если расход памяти будет выше 200 МБ [4].

4. Стратегии развертывания микросервисов в Kubernetes.

Чтобы обеспечить отказоустойчивость при работе системы распределения ресурсов, нужно позаботиться о качественном развертывании микросервисов системы. Kubernetes даёт возможность ускорить и упростить процесс деплоя приложений, минимизируя процесс простоя, или вовсе его исключая. Все стратегии в основном разработаны под влиянием таких практик, как Continuous Integration и Continuous Delivery, в которых разработчик должен четко представлять этапы для выпуска новой версии приложения.

При использовании ресурсов Deployment в Kubernetes существует несколько основных типов стратегий развертывания приложений. К ним можно отнести:

– rolling update;
– recreate;
– blue/green.

Самая интересная из этих стратегий и часто применяемая – так называемые сине–зеленые развертывания.

4.1. Rolling (постепенный деплой)

Эта стратегия является стандартной.

Она работает, заменяя поды со старой версией на поды с новой версией, причем без простоя кластера. Этого позволяют добиться проверки готовности, так называемые readiness пробы. Kubernetes ждет, когда только что запущенный под будет несколько раз стабильно возвращать успешное выполнение проверки готовности, и только после этого начинается уничтожение подов со старой версией [5].

Далее на рисунке 3 представлена схема работы постепенного развертывания.

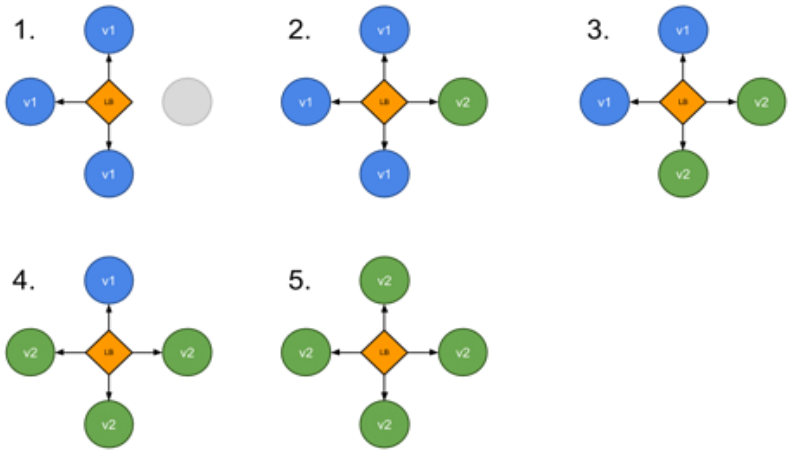


Рис. 3. Схема работы постепенной стратегии развертывания [5]

4.2. Blue/Green (сине-зеленые развертывания).

Стратегия сине-зеленого развертывания подразумевает одновременное развертывание старой (зеленой) и новой (синей) версий приложения. После размещения обеих версий обычные пользователи получают доступ к зеленой, в то время как синяя доступна для QA-команды для автоматизации тестов.

Далее на рисунке 4 представлена схема работы blue/green deployment'а.

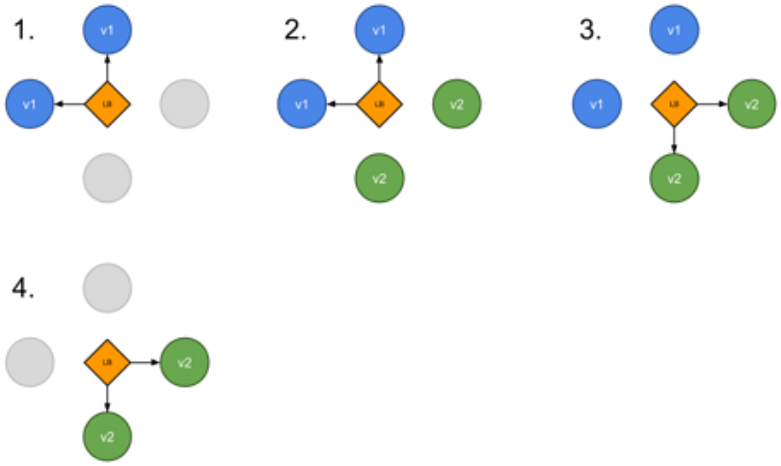


Рис. 4. Схема работы сине-зеленой стратегии развертывания [5]

Переключение на новую версию происходит при помощи изменения селектора меток, за которыми наблюдает сервис. То есть у подов с новой версией будет указан номер версии, и у сервиса также изменится только данный селектор [6].

Благодаря работе селекторов в платформе K8S создаются конечные точки, которые обслуживают сервисы, и таким образом можно изменив только селектор отключит множество одних конечных точек службы, и добавить множество других.

Также стоит отметить, что в Kubernetes можно настраивать доступ для каждого пользователя, чтобы он мог развертывать свои приложения только в определенном пространстве имён, например, dev, stage, production. Это дает нам 3 разных уровня тестирования работы приложения. Для таких целей на помощь приходит Role Based Access Control или RBAC.

Управление доступом на основе ролей (RBAC) — это метод регулирования доступа к компьютерам и сетевым ресурсам, опирающийся на роли отдельных пользователей в компании. RBAC можно использовать со всеми ресурсами Kubernetes, которые поддерживают CRUD (Create, Read, Update, Delete) [7].

5. Заключение

Таким образом мы видим, что при использовании Kubernetes, увеличивается надежность и отказоустойчивость системы. Время простоя системы при сине-зеленых развертываниях сводится к нулю, что позволяет пользователям не беспокоится о потере данных при работе в системе.

Также улучшается процесс разработки приложений, так как можно в будущем настроить процесс под названием GitOps, подразумевающий доставку кода в систему контроля версий, а дальше будет происходить автоматическое развертывание рабочей версии приложения на разных окружениях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Основы Kubernetes. URL: https://habr.com/ru/post/258443/

[2] Марко Лукша, Kubernetes в действии / пер. с англ. А. В. Логунов. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 672с.

[3] Gigi Sayfan, Mastering Kubernetes. — Packt Publishing, 2017. — 400 с.

[4] Горизонтальное автомасштабирование подов Kubernetes и Prometheus для высокой доступности и работоспособности инфраструктуры https://habr.com/ru/company/otus/blog/457742/

[5] Kubernetes deployment strategies. URL: https://blog.container-solutions.com/kubernetes-deployment-strategies.

[6] Стратегии деплоя в Kubernetes, URL: https://habr.com/ru/company/flant/blog/471620/

[7] Пользователи и авторизация RBAC в Kubernetes. URL: https://habr.com/ru/company/flant/blog/470503/.

Алтаев Д.Р., Бубликов В.О.

Kubernetes базасында ресурстарды бөлудің бұлтты жүйесінің мониторингін және бас тартуға тұрақтылығын қамтамасыз ету

Түйіндеме. Бұл жұмыстың мақсаты микросервистік сәулетте құрылған жүйенің бас тарту тұрақтылығын арттыру үшін Kubernetes базасында кластер құру және микросервиске түсетін жүктемелерді бақылау үшін мониторингті баптау болып табылады. Бұл міндетті орындау үшін қазіргі заманғы технологиялар таңдалып алынды: Kubernetes, контейнерлік қосымшаларды оркестрлеу бойынша мүмкіндік беретін, Heapster, модульдердегі жүктемелердің мониторингін қамтамасыз ету үшін.

Түйін сөздер: оркестр, Kubernetes, контейнерлер, микросервисттер, сәулет, масштабтау.

B.O. Bublikov, D.R. Altayev
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: ave5vladislav@gmail.com, dennisaltaev@gmail.com)

ISOLATION OF MICROSERVICE FROM THE MONOLITHIC SYSTEM TO ENSURE SCALING

Abstract. The purpose of this work is to isolate a microservice from an already working system with a monolithic architecture, because some parts of the application cannot cope with the work under heavy loads, so scaling in this case is necessary. To accomplish this task, modern technologies were chosen: the .NET Core platform, which provides the Asp.Net Core framework, the MongoDB DBMS, which is classified as NoSQL.

Key words: microservices, monolith, architecture, scaling, interaction of microservices.

В.О. Бубликов, Д.Р. Алтаев
(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: ave5vladislav@gmail.com, dennisaltaev@gmail.com)

ВЫДЕЛЕНИЕ МИКРОСЕРВИСА ИЗ МОНОЛИТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАСШТАБИРОВАНИЯ

Аннотация. Целью данной работы является выделение микросервиса из уже работающей системы с монолитной архитектурой, так как некоторые части приложения при больших нагрузках не справляются с работой, поэтому масштабирование в данном случае необходимо. Для выполнения данной задачи были выбраны современные технологии: платформа .NET Core, предоставляющая фреймворк Asp.Net Core, СУБД MongoDB, которая классифицированна как NoSQL.

Ключевые слова: микросервисы, монолит, архитектура, масштабирование, взаимодействие микросервисов.

1. Введение.

Успешные приложения имеют тенденцию вырастать из небольших в большие и масштабные приложения, которые требуют надлежащего внимания для пластичности в управлении кодовой базы, её дополнений и изменений, масштабируемости и отказоустойчивости системы в целом. Используя монолитную архитектуру, которая является наследием и развитием трехзвенной клиент-серверной архитектуры [1], в большинстве случаях, в процессе разработки существенно усложняются такие понятия как масштабирование, разработка, тестирование. Такие крупномасштабные веб-сайты, как Netflix, Amazon и eBay превратились из монолитной архитектуры в микросервисную архитектуру [2].

Выбирая микросервисную архитектуру, можно обеспечить разнородность в технологическом плане, то есть внутри каждого сервиса использовать свои технологии и языки программирования [3], выбирая при этом наиболее подходящие инструменты для разработки и поддержки, масштабирование отдельных компонентов, это означает, что необязательно расширять все микросервисы, применять это необходимо к тем микросервисам, которым это действительно нужно, не усложняя, тем самым принося только пользу, устойчивость системы, когда отказ одного сервиса не сказывается на работе остальных и всей системы в целом.

2. Архитектуры приложения.

На рисунке 1 изображена изначальная архитектура монолитного приложения. Разрабатывая приложение изначально как монолитное, не было проблем с нагрузкой и соответственно система не нуждалась в масштабировании.

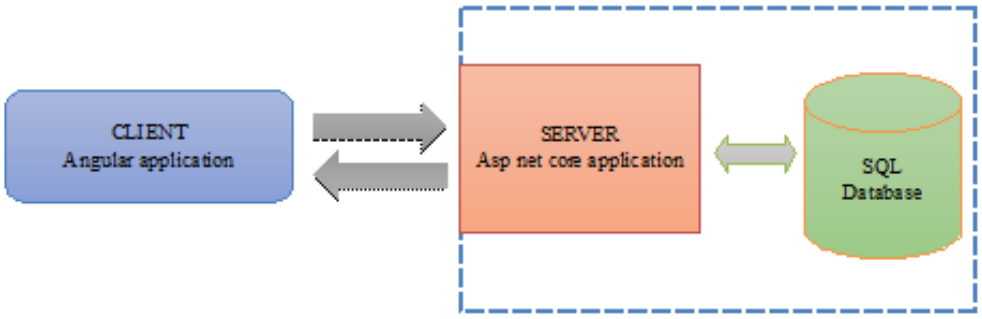


Рис. 1. Изначальная архитектура монолитного приложения

Но при больших нагрузках в приложении проявилась слабость, которая влияла на скорость обработки заказов и вообще на работоспособность всего приложения, это означает, что при активной работе с системой эта область стала узким местом, таким образом в данном монолитном приложении самым загруженным оказалась область управления заказами.

Тем самым появилась задача, цель которой: сделать данную область приложения производительнее и доступнее. Решить данную проблему можно вынеся работу с заказами в отдельный микросервис, назовем его микросервис Orders. В таком случае необходимо найти решение уже для

правильного взаимодействия данного микросервиса и остальных частей приложения. На рисунке 2 изобразим текущую архитектуру приложения после выполненных действий.

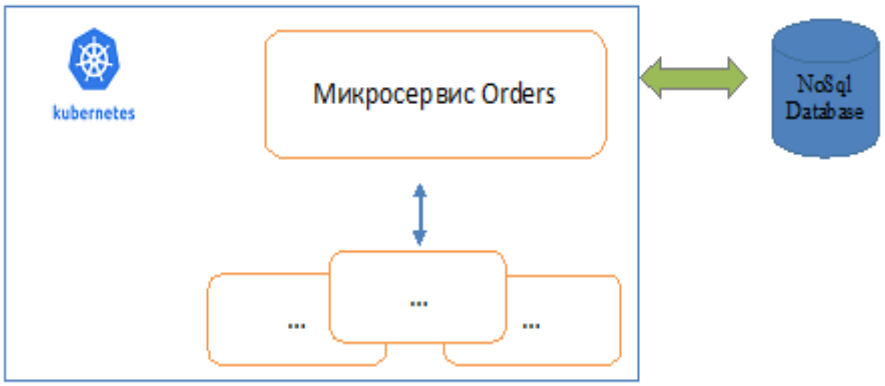


Рис. 2. Архитектура после вынесения работы с заказами в отдельный микросервис Orders

Архитектура системы будет представлена таким образом, что для каждого микросервиса приложения будет развернут образ docker контейнера, который будет управляться оркестратором контейнеров Kubernetes. Микросервис Orders будет взаимодействовать со своей базой данных и остальными компонентами приложения. Одной из основных задач является выбор СУБД, мы знаем, что в прошлом реляционная база данных не справлялась с нагрузками, поэтому нужно искать решение из направления нереляционных баз данных, то есть nosql. Выбор пал на MongoDB, данная СУБД очень подходит для современных веб-приложений, и она имеет необходимые нам качества. В MongoDD модель данных спроектирована для достижения высокой пропускной способности чтения и записи и обеспечивает простую масштабируемость с автоматическим переходом на резервный ресурс в случае отказа [4]. MongoDB обеспечивает горизонтальную масштабируемость и не имеет единой точки отказа [5].

Для создания микросервсиса Orders был выбран фреймворк ASP.NET Core платформы .NET Core. .NET Core – это универсальная платформа разработки с открытым исходным кодом, поддерживаемая Microsoft и сообществом .NET [6]. ASP.NET Core является кроссплатформенной, высокопроизводительной средой с открытым исходным кодом для создания современных облачных приложений [7]. Модульность и облегченная природа .NET Core делают его идеальным для контейнеров и микросервисных архитектур. Разворачиваться микросервисы будут с помощью Kubernetes. Kubernetes – это программная система, которая позволяет легко развертывать контейнеризированные приложения и управлять ими [8].

3. Взаимодействие микросервисов.

В своей книге «Создание микросервисов» Сэм Ньюмен выделил в микросервисной архитектуре две концепции, которые являются одними из основных, определяющие качество – слабая связанность и сильное зацепление [9]. Слабая связанность означает, что изменения в одном сервисе не требуют изменений в другом, сервисы должны знать друг о друге совсем немного. Сильное зацепление можно получить, определив границу внутри нашей области, в пределах которой должны находиться все однотипные бизнес-возможности [9]. Слабо связанные сервисы — это ключ к улучшению скорости разработки приложений, в том числе их поддержки и тестирования [10, с. 73]. На рисунке 3 изображена схема, при которой происходила бы интеграция с помощью базы данных, иными словами, совместно используемая микросервисами база данных.

В данном случае используется наиболее быстрый вид интеграции, но на самом деле за простотой таятся проблемы, связанные с архитектурой.

С интеграцией при помощи базы данных мы теряем и сильное зацепление, и слабую связанность [9, с. 65]. Привязанность к одному технологическому выбору. При изменении логики необходимо

менять сразу во всех микросервисах и др. То есть вариант с совместно используемой базой данных не самый подходящий под данную архитектуру.

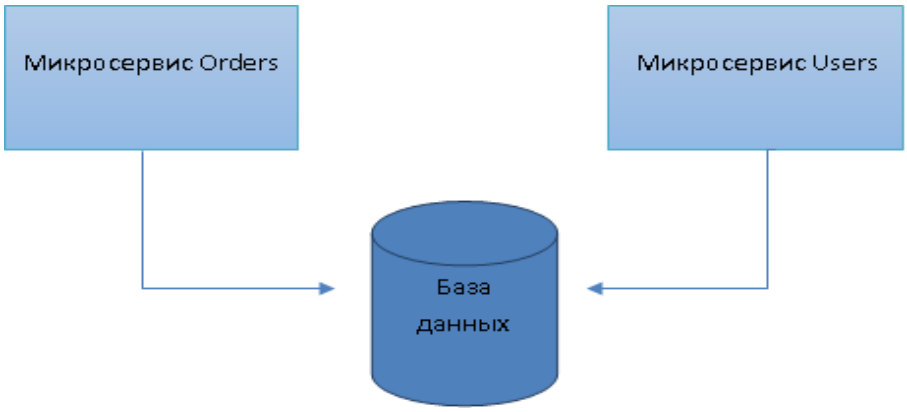


Рис. 3. Использование одной базы данных двумя микросервисами

Говоря о взаимодействии микросервисов, то можно выделить три основных стиля – это команды, запросы и события, которые описал Кристиан Хорсдал в книге «Микросервисы на платформе .NET». Команды необходимы, когда у микросервиса возникает необходимость выполнения какого-либо действия другим микросервисом. Запросы могут быть использованы, когда микросервису необходима информация от другого микросервиса. События используются, если микросервису необходимо реагировать на что-либо происходящее в другом микросервисе [11].

Команды и запросы есть не что иное, как синхронные формы взаимодействия и они реализуются в виде http запросов, команды посредством типа post или put, а запросы посредством типа get [11].

События являются асинхронными, они не выполняют обращений, микросервисы-подписчики опрашивают тот микросервис, который является публикующим, на наличие новых событий тогда, когда им будет удобно это делать. Хотя сами опросы состоят в выполнении синхронных запросов, взаимодействие остается асинхронным, поскольку публикация событий не зависит от выполнения подписчиками опросов на предмет событий [11].

При построении взаимодействия между 2 сервисами можно использовать сразу все три стиля, но в целом в зависимости от конкретной задачи необходимо подобрать подходящий стиль. Но исходя из вышеописанного предпочтительным и благоразумным при выборе будет стиль, основанный на событиях, так как они асинхронны, это означает, что связывание микросервисов будет слабее, чем при взаимодействии команд и запросов, что соответствует рекомендациям по качеству построения микросервисов.

Также Кристиан Хорсдал отметил, что реализовать взаимодействие через события можно с помощью ленты событий, которая представляет собой конечную точку http, с каким-либо адресом и к нему смогут обращаться другие микросервисы для получения данных о событиях этого микросервиса. Микросервисы, которым необходима подписка на события, имеют процесс-подписчика, который и опрашивает ленту событий другого микросервиса. Вдобавок упоминается и об очереди событий, которая является альтернативой ленте событий. В данном случае микросервисы, которые публикуют события отправляют их в очередь, подписчики в свою очередь их читают из данных очередей. Особенностью является то, что события должны быть маршрутизированы от создавших их до подписавшихся на них, где реализация зависит от технологии очереди [11].

На рисунке 4 приведены два микросервиса Orders и Users, где Orders подписан на события в Users, например на изменения телефона, адреса пользователя и др. В данном случае была применена лента событий, микросервис Orders обращается к публикациям событий микросервиса Users.

В книге Кристиана Хорсдала «Микросервисы на платформе .NET» описаны несколько этапов реализации ленты событий. Первым этапом является генерация событий, следующим этапом является хранение событий и далее публикация данных событий [11].

При работе микросервиса могут возникнуть случаи, при которых возникает изменение или изменения состояния данных, а значит должно создаться событие. События должны отвечать за конкретную область.

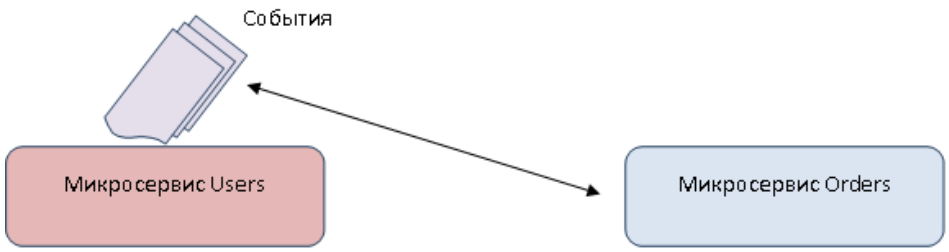


Рис. 4. Микросервис Orders подписан на изменения в микросервисе Users и обрабатывает события тогда, когда ему удобно

События должны соответствовать транзакциям в коммерческом смысле, а не транзакциям в смысле базы данных [11, с. 153].

Хранение порождаемых микросервисом событий происходит в хранилище событий микросервиса. На рисунке 5 изображена схема создания и записи событий в базу данных.

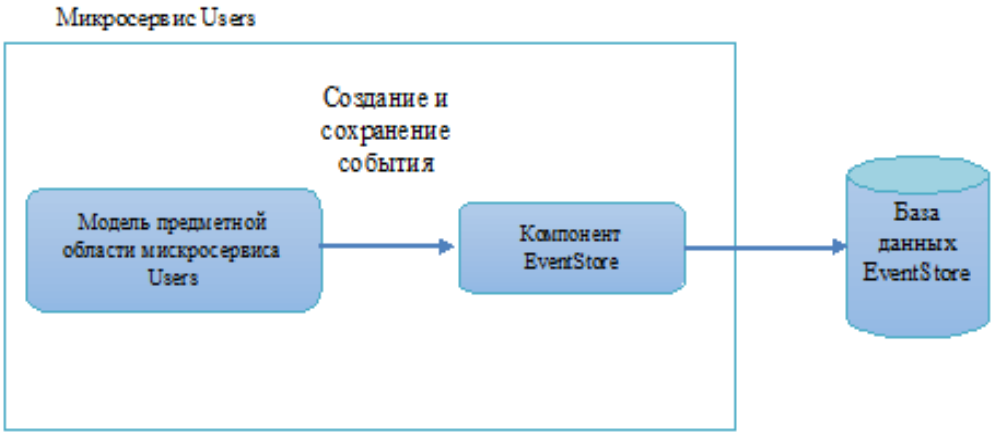


Рис. 5. Схема создания события моделью предметной области микросервиса Users и его сохранения компонентом EvenStore в базу данных

В данной схеме модель предметной области отвечает за генерацию событий, а компонент EventStore за сохранение события в базе данных EventStore, данные манипуляции можно охарактеризовать, как запись сериализованных событий в базу данных [11]. События, которые имеют идентификатор, наименование, дату и другие необходимые данные.

После записи событий в базу данных, необходимо добавить конечную точку в сервисе, которая будет предоставлять новые событии, когда подписчики будут запрашивать их.

Для большей оптимизации, чтобы можно было получать определенное количество событий, нужно добавить аргументы начального и конечного значений.

Одной из важных качеств системы является её устойчивость, данный вопрос поднимал Кристиан Хорсдал в своей книге «Микросервисы на платформе .NET», где рассматриваются некоторые виды шаблонов. Обратим внимание на то, что при взаимодействии между сервисами могут возникнуть различные ошибки и отказы, особенно при большом объеме данных. Так как наш выбор пал на взаимодействие с событиями, рассмотрим, что может произойти в данной категории. Возникновение сбоев, когда выполняется опрос ленты событий клиентом не критичны, опросить ленту можно и позже, здесь проявляется сторона асинхронного взаимодействия, подписчик получит события, вопрос лишь во времени, возможно, некоторые из них с задержкой. Но что, если данные отказы не временные, тогда повторные запросы могут нагрузить сервер, так как их будет огромное количество. В данном случае

следует добавить промежуток времени между запросами эта задержка, к примеру, экспоненциальная предотвратит наращивание стрессовой нагрузки на сервер [11]. На рисунке 6 показаны запросы на события, где некоторые попытки закончились неуспешно, и мы совершаем запросы спустя некоторое время при повторном отказе, увеличивая при этом каждый раз время задержки, в итоге получаем положительный ответ.

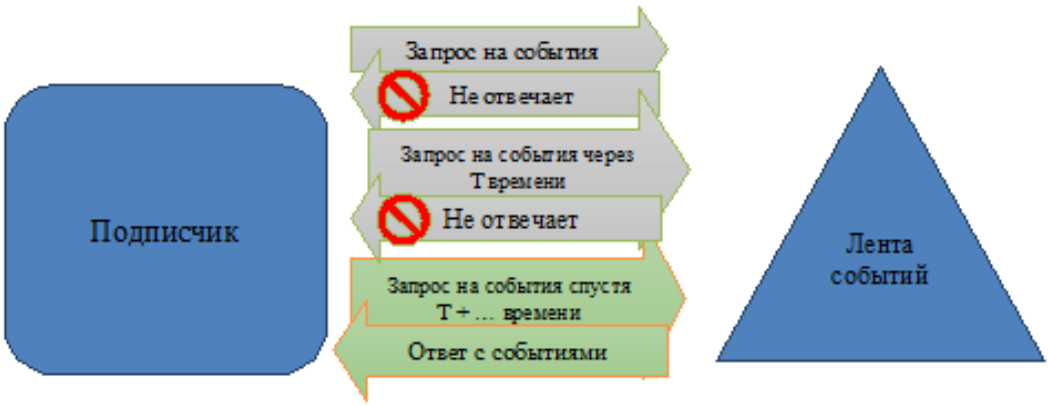


Рис. 6. Удачная и неудачные попытки запросов из ленты событий подписчиком

4. Выводы.

Таким образом, был проведен анализ текущего состояния системы, с монолитной архитектурой, выявлены слабые стороны, а также найдено одно из наиболее благоприятных разрешений данной ситуации: переход с монолитной архитектуры на микросервисную архитектуру.

Были изучены рекомендации и лучшие практики для решения данной задачи, при этом были выбраны наиболее подходящие технологии и средства для успешной реализации. В данной работе было рассмотрено выделение одного, самого загруженного, микросервиса из системы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ашихмин Н.А., Савченко Д.И., Радченко Г.И. Разработка облачного сервиса для тестирования микросервисных приложений. Южно-Уральский Государственный Университет. Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ’2016).

[2] Pattern: Microservice Architecture. URL: https://microservices.io/patterns/microservices.html.

[3] Microservices: a definition of this new architectural term. URL: http://martinfowler.com/articles/microservices.html.

[4] MongoDB в действии./ Пер. с англ. Слинкина А. А. - М.: ДМК Пресс,

[5] 2012. - 394с.

[6] Cristina BĂZĂR, Cosmin Sebastian IOSIF. The Transition from RDBMS to NoSQL. A Comparative Analysis of Three Popular Non-Relational Solutions: Cassandra, MongoDB and Couchbase. University of Economic Studies, Bucharest, Romania.

[7] .NET Core Guide: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/core/.

[8] Введение в ASP.NET Core: https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/?view=aspnetcore-3.0.

[9] Марко Лукша, Kubernetes в действии / пер. с англ. А. В. Логунов. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 672с.

[10] Ньюмен С., Создание микросервисов. — СПб.: Питер, 2016. — 304 с.

[11] Ричардсон Крис, Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга. — СПб.: Питер, 2019 — 544 с.

[12] Кристиан Хорсдал, Микросервисы на платформе .NET. — СПб.: Питер, 2018. — 352 с.

Бубликов В.О., Алтаев Д.Р.

Масштабтау үшін монолитті жүйеден микросервисті таңдау

Түйіндеме. Бұл жұмыстың мақсаты-монолитті архитектурасы бар жұмыс істеп тұрған жүйеден микросервисті бөлу болып табылады, өйткені қосымшаның кейбір бөліктері үлкен жүктеме кезінде жұмысты орындай алмайды, сондықтан бұл жағдайда масштабтау қажет. Осы тапсырманы орындау үшін қазіргі заманғы технологиялар таңдалды: .NET Core платформасы ұсынатын Asp.Net Core фреймворк, NoSQL ретінде жіктелген MongoDB ДКБЖ.

Түйін сөздер: микросервисттер, монолит, сәулет, масштабтау, микросервисттердің өзара әрекеттесуі.

A. Askaruly, A. K. Alibekova, A. D. Muradov
(Kazakh national University. Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan. Email: Gafur-173@mail.ru)

EFFECT OF ELECTRON IRRADIATION ON MECHANICAL DEFORMATION OF POLYIMIDE METALLIZED FILMS

Abstract: The physical and mechanical properties of silver-metallized polyimide composite films subjected to electron irradiation at different doses have been studied in the practice of the deformation process.
Keywords: polyimide, composite materials, metallization, deformation, elastic modulus, young's modulus, electronic irradiation, mathematical model.

А. Асқаруұлы, А.Қ. Әлібекова, А.Д. Мурадов
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)
Email: Gafur-173@mail.ru

ЭЛЕКТРОНДЫ СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕНІН ПОЛИИМИДТІ МЕТАЛДАНДЫРЫЛҒАН ҚАБЫРШАҚТАРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯСЫНА ӘСЕРІ

Андатпа: Әр түрлі мөлшерде электронды сәулеленуге ұшыраған күміс металдандырылған полиимидті композициялық қабықтардың физика-механикалық қасиеттері зерттеліп, деформация процесінің тәжірибесінде зерттелді.
Кілтті сөздер*:* полиимид, композициялық материалдар, металдандыру, деформация, электронды сәулелендіру.

Кіріспе

Металдандырылған полимерлі материалдардың қасиеттерін алу және зерттеу қажеттілігі оларды ғарыш индустриясында, электроникада, сонымен қатар тұтыну тауарларын өндіруде кеңінен қолдануға байланысты. Жаңа материалдарды іздеудің негізгі бағыттары, бұл механикалық сипаттамаларын сақтай отырып, металл фазасының қалыңдығы бойынша әр түрлі таралуы бар композициялық пленкаларды алуға бағытталған [1]. Металдандырылған полимерлі материалдар болашағы жоғары, диэлектрлік сипаттамалары және кеңеюінің шағын коэффициенті бар полиимидтер болып табылады [2].

Мұндай зерттеулерде маңызды мәселе металдандырылған жабынның түрінің, оның құрылымы мен жабынның табиғатын полимерлі композициялық материалдың механикалық қасиеттеріне әсерін анықтау болып табылады. Екінші жағынан, механикалық жүктемелердің нақты түрін сипаттау үшін жабысқақ ортаның басқарушы теңдеулерін алу маңызды, бұл механикалық кернеулердің әртүрлі түрлерінде (статикалық, динамикалық және т.б.) материалдың жұмыс сипаттамаларын болжауға мүмкіндік береді [3, 4].

Сондықтан металдандырылған полимерлі материалдардың тұтқырлығы, беріктігі және басқа да механикалық сипаттамаларын зерттеу, жабын құрылымының олардың механикалық мінез-құлқына әсерін анықтау, олардың іс-әрекетін болжау әдістерін әзірлеу қазіргі кезде өзекті және маңызды мәселе болып табылады.

Зерттеу әдістемесі

Металдандырылған полиимидті қабықшаларды зерттеу екі кезеңде жүргізілді: бірінші кезең - металдандырылған үлдірлердің үлгілерін алу, екіншісі - осы үлгілердің механикалық қасиеттерінің өзгеруін зерттеу және осы процестің механизмін сипаттайтын математикалық модель құру.

Бірінші кезең екі кезеңнен тұрды. Технологиялық тізбектің бірінші кезеңіне AB-imide лак негізінде әр түрлі қалыңдықтағы полиимидті үлдірлер өндірісі кірді. Технологиялық схема AB-imide лакпен конвейер белдеуінің қабаттасқан қабатына түседі, содан кейін 90 ° С-та кептіріледі және 180 ° С-та термиялық циклизацияны сәйкесінше 1 және 2 сағатқа орап, қабыршақты орамаларға қосады.

Екінші кезең органикалық еріткіште, сулы-алкогольді сілтілік ерітіндіде, жуу, қалпына келтіру металмен хелаттау, диализмен жуу және 220°С температурада металдың термохимиялық төмендеуі кезінде бастапқы полимидті қабыршақ дәйекті өңдеуге негізделген илектелген металлдалған пленканы алу болды.

Металлданған полиимидті қабықшалар полимид негізінің құрылымына сіңдірілген үздіксіз (екі немесе бір жақты) металл қабаты түрінде жасалды. Металл фаза қалыңдығы 1-ден 5 μm-ге дейін

күмістен жасалған. Үлгілер конструкциясының жалпы қалыңдығы бастапқы пленканың қалыңдығына байланысты 25-100 μm құрады.

Металлдандырылған жабындарда көзге көрінетін және инфрақызыл аймақтардағы салыстырмалы күміс айна 80–97% болды.

Беттік металл қабатын бөлу (деламинация) кем дегенде 160 MPa жүктеме кезінде 200°C температурада бүкіл полимер қабатының тұтастығы жойылмайынша байқалмады.

Ені 5 mm және жұмыс ұзындығы 50 mm үлгілері металдандырылған полиимид (ПИ) қабыршағынан оралды, содан кейін оларды әр түрлі мөлшерде электронмен сәулелендіру мақсатында 5 топқа бөлді. Үлгілердің бір тобы бақылау ретінде пайдаланылды және радиацияға ұшырамады.

Үлгілер ELU-6 сызықты үдеткішпен сәулелендірілді. Электрондық сәуленің орташа энергиясы импульстің жіберу жиілігі 200 MGy және импульстің ұзақтығы 5 μc құрайды, 1000 μA дейін интегралды ток кезінде 2 MeV құрайды. Әр топтың сынамалары бойынша сіңірілген доза (D) сәйкесінше 10, 20, 30 және 40 MGy. құрады.

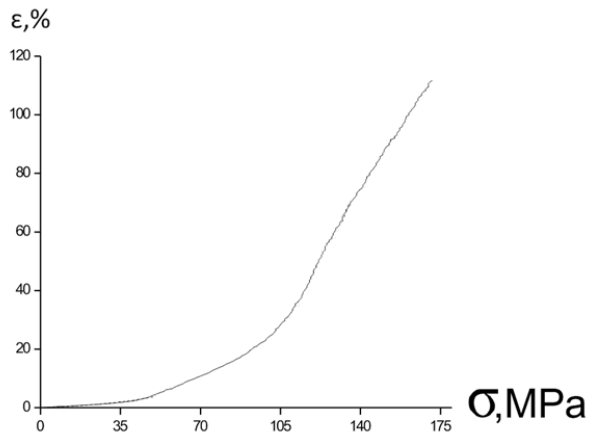
Содан кейін үлгілер Instron 5982 әмбебап сынау машинасында әмбебап кернеу режимінде бөлме температурасында деформацияланды. Механикалық тестілеу әдістемесі түрлі материалдардың механикалық сипаттамаларын анықтауға арналған. Сынақтарды өткізу 25.604-82 МЕМСТ пен ASTM D3039 / D 3039M-00 американдық стандартына негізделген.

Instron 5982 электромеханикалық машинаның техникалық сипаттамалары: ең жоғары жүктеме 100 kN, жүктеме өлшеу қателіктері және өлшенетін шамадан ± 0,5% деформация.

Жоғарыда келтірілген физикалық факторлардың әсерінен алынған композициялық материалдардың құрылымдық сипаттамалары 293К температурада ауада DRON – 2M рентгендік дифрактометр көмегімен, $Cu_{K\alpha}$ сәулеленуі ($\lambda_{\alpha Cu}$=1,5418 Å) 2 градус/мин қарсы жылдамдықта, және лентаның 2400 mm/c.

Тәжірибелік нәтижелер және пайдалану

Алғашында металлизацияның таза полиимидті қабықтың механикалық қасиеттеріне әсері оның салыстырмалы ұзындығын (ε) оны қолданылатын сыртқы механикалық жүктемеден (σ) бір осьтік кернеу жағдайында анықтау арқылы зерттелді (1-сурет).



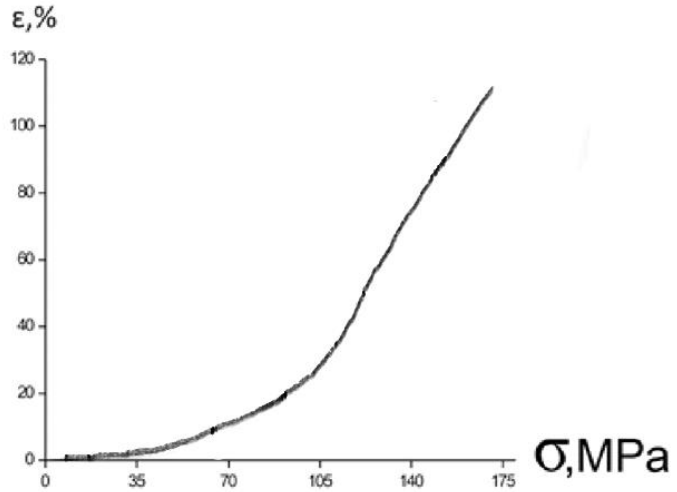
1-сурет.

Үлгінің толық ыдырауы σ = 70 MPa кернеуде және ε = 45% салыстырмалы ұзарту кезінде болатындығын көруге болады.

Жүктемені қолданудың алғашқы кезеңдерінде 0 - 1 MPa аралығында созылу кезінде күрт секіру байқалады. Бұл құбылыс қазіргі кезде заттың макромолекулалары жүктеме бағыты бойынша тез түзіліп, олар глобулярдан кеңейтілген күйге ауысады. Қолданылатын кернеулер аймағында 1-ден 40 MPa-ға дейін материалдың салыстырмалы ұзаруының сызықтық ұлғаюы байқалады, бұл ретте оның серпімді кернеуін көрсететін Гук заңы орындалады. Бұл аймақта макромолекулалар созылып, олар полимер матрицасының ағын бағытына қарай талшықтар түрінде созылады [5]. Үлгіде макромолекулалардағы бүйірлік байланыстардың бұзылуымен байланысты мәжбүр серпімділік сақталады (- C = O).

Интервалында σ = (40 ÷ 50) МРа үлгінің ұзартылуы сызықтық емес заңға сәйкес жүреді. Алайда оның серпімді қасиеттері сақталған, бірақ Гук заңы орындалмайды. Жүктеменің одан әрі артуы (σ ≥ 50 МРа) үлгінің пластикалық ағынына әкеледі. Соңғысы ұзарудың экспоненциалды ұлғаюымен қатар жүреді және үлгінің жарылуымен аяқталады. Осы сәтте полимер бензол сақиналары арасындағы байланыстарды бұзады және ол өзі бұзылады.

2-суретте сәулелендірілмеген күміс металдандырылған полиимидті пленкаға, сондай-ақ униакциялық кернеу кезінде қолданылатын кернеуге (σ) салыстырмалы ұзартудың (ε) тәжірбиелік және теориялық тәуелділігі көрсетілген.



2-сурет.

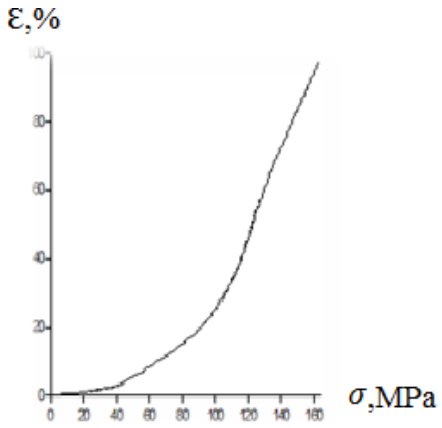
Полиимидті қабықтың металдануы оның механикалық сипаттамаларын едәуір жақсартады: сыну кернеуі ~ 175 МРа-ға жетеді, ал салыстырмалы ұзарту 120% -ға дейін артады. Осылайша, бұл параметрлердің өсуі Δσ = 105 МРа және Δε = 75% құрайды.

Біздің ойымызша, металдандырылған материалдың механикалық сипаттамасындағы мұндай өзгерістер осы қабықшаларды алу әдісімен байланысты - күмісті химиялық тазарту. Металдандырылған үлгілердің беткі қабатының морфологиясы нанокұрылымды құрылым, бірақ беткі қабат көлемінде біркелкі емес. Қабықтың беткі қабаты негізінен мөлшері 50 nm болатын күміс дәндерінен тұрады, дегенмен өлшемі 8 - 10 nm дәндер де байқалды. Сонымен қатар, қабыршақтың тереңдігі бойымен металдың үлестірілуінің белгілі бір градиенті бар және оның біртіндеп төмендеуі байқалады.

Бұл жолы сызықтық емес заңға сәйкес үлгінің серпімді созылуы жүктеме интервалында σ = (50 ÷ 140) МРа байқалады. Үлгінің пластикалық ағыны σ ≥ 140 МРа жүктеме кезінде пайда болады. Ол созылудың экспоненциалды ұлғаюымен қатар жүреді және матрицаның бензол сақиналары арасындағы байланыстың үзілуі нәтижесінде оның жыртылуымен аяқталады. Бұл бүкіл процесс бір мезгілде полимерлі материалдың бұзылуымен және металл жабынының түйірлері арасындағы байланыстың бұзылуымен бірге жүреді.

2-суретте көрсетілген, қисық түрінде көрсетілген, алынған эксперименттік және теориялық тәуелділіктер бір-бірімен жақсы келісетіндігін байқау қиын емес. дейін - 140 МРа дейін. Кейінгі жүктеменің ұлғаюы композициялық материалдың пластикалық деформациясының жоғарылауына әкеледі және процесс материалдың жыртылуымен аяқталады. Сондықтан да деформацияның осы процессінің теориялық моделінде ε = f(σ) келесі ыдырау мүшелерін және параметрлерін ескере отырып, функциясының ыдырауын E_n қарастыру қажет.

Электрондық сәулеленудің белгілі бір мөлшеріне әсер ету нәтижесінде күміс металдандырылған полиимидті қабықтардың механикалық сипаттамаларының тәжірибелік тәуелділігі 3-суретте келтірілген.



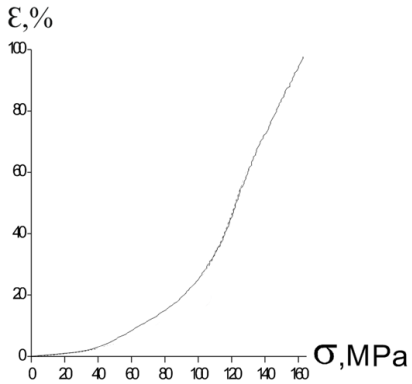
3-сурет.

2-суреттегі ұқсас сипаттамалары бар 3 суретте келтірілген деректерді салыстыра отырып, күміс металдандырылған полиимидті қабыршақтың механикалық қасиеттеріне электронды сәулеленудің әсерінің теріс рөлін анықтау қиын емес. Сәулелену дозасының жоғарылауымен күміс металдандырылған полиимидті қабықтардың механикалық сипаттамалары едәуір нашарлай бастайды. Дозаны 10-нан 40 MGy дейін жоғарылатқан материалдың беріктігі 160-тан 80 MPa-ға дейін төмендеді, яғни. 2 есе, ең үлкен созылу ұзақтығы ~ 100% -дан 18% -ға дейін төмендеді, яғни. 5 еседен астам төмендеді.

Ұсынылған математикалық модельдің сәулелендірілген күміс металдандырылған полиимидті қабықтардың механикалық сипаттамасындағы өзгерістерді қосымша қисықтармен 3 суреттерінде көрсетілген.

Математикалық модель қисық тәуелділік аймағындағы және қисықтардың сызықты емес және сызықты емес аймақтарындағы электрондармен сәулелендірілген материалдар үшін процестерді қанағаттанарлық түрде сипаттайды. Бірақ модель таза полимидті қабыршақтар үшін салыстырмалы ұзындықтың секірілуін сипаттай алмайды, өйткені аймақта механикалық жүктемені қолдану басталады σ = (0 ÷ 1) MPa, өйткені тиісті термин (2) кеңеюінде жоқ.

4-суретте күміс металдандырылған полиимидті қабыршақты материалдардың рентгендік дифракциялық үлгілері, жыртылғанға дейін және одан кейін механикалық деформацияға ұшырайды, сондай-ақ жыртудан кейінгі униакциялық кернеу нәтижесінде 40 MGy дозасы бар электронды сәулелену. Сәулелендірілмеген қабыршақ үшін біртектес кернеу мен сыну нәтижесінде бірінші максимумның қарқындылығы (~ 16 °) ~ 78 абс бірлік , бұзылмаған қабыршақпен салыстырғанда (1 қисық), жоғары қарай ығысуымен ~ 6 ° (2 қисық) төмендейді. Дозасы 40 MGy болатын сәулелендірілген қабыршақтың жарылуымен бір осьтік деформация, максималды интенсивтіліктің өзгермейтін қабыршақпен салыстырғанда, бірдей өзгеріспен (абс. 3) 20 абс.



4-сурет.

Қисықтың бірінші максимумы бастапқы материалдың реттелген құрылымға ие екендігін көрсетеді. Жоғарыда көрсетілген әрекеттерден кейін қарқындылықтың төмендеуі және шыңның бұрыштардың өсу бағытына жылжуы (2 және 3 қисық сызықтар) құрылымның материалдардағы бұзылғандығын және полимидті макромолекулалар сынғанын көрсетеді. Бұл өзгерістер комптонның пленкалардың шашырауының жаңа орталықтарында рентген сәулесінің шашырауы нәтижесінде спектрдің үлкен бұрыштарға ығысуына әкеледі (θ> 70 °).

θ = 25 ° және θ = 37 ° кезінде қосымша шыңдардың пайда болуы және күшейуі, бұл әрекеттің нәтижесінде металл жабындарда күміс оксиді түріндегі диэлектрлік қасиеттері бар жаңа фазалардың пайда болатындығын көрсетеді. Бұл шыңдардың күшеюі металдандырылған пленканың электронды сәулеленуі ондағы жаңа фазаның өсуіне себеп болатындығымен байланысты, бұл сәулелену дозасы жоғарылайды.

Статикалық жүктеме әсерін (сыну кернеуінің 80%) температуралық зерттеу көрсеткендей, сәулеленбеген пленка жыртылған температура салыстырмалы созылу ұзақтығы ~ 90% болатын 290°C, жүктеме басталғаннан бастап жыртылуға дейінгі уақыт шамамен 24 минутты құрады. Сәулелік дозаның 20 MGy жоғарылауымен, жарылыс орын алған температура 230°C болды. Радиациялық дозаның 40 MGy дейін жоғарылауы бұзылу температурасының 95°C дейін төмендеуіне әкеліп соқты, жүктемені жыртылғанға дейінгі уақыт 8 минутты құрады, яғни материалдың жарылуынан бұрын жүктің әсер ету уақыты 3 есе қысқарды. Мұның бәрі композитті материалда осындай құрылымдық өзгерістердің оның термеханикалық сипаттамаларының нашарлауына әкелуі электронды сәулеленумен байланысты екенін көрсетеді.

Қорытынды

1. Полимидті қабықшаның күмісімен металдандыру таза пленкамен салыстырғанда оның механикалық сипаттамаларын едәуір жақсартады, бұл оның созылу беріктігін Δσ = 105 MPa-ға және икемділікті Δε = 75% -ға арттырады. Мұндай өзгеріс металдандырылған қабыршақтардың құрылымдық ерекшеліктерімен және олардың химиялық сіңірілуімен байланысты.

2. Күміс металдандырылған полиимидті қабықтың электронды сәулеленуі оның серпімді және беріктік қасиеттерін нашарлатады, ал серпімді модуль көбейтілген дозамен азаяды, бұл концентрациясының жоғарылауымен концентрациясының жоғарылауымен күміс оксиді түрінде қаптамада жаңа фазалардың пайда болуымен түсіндіріледі.

3. Электрондық сәулеленудің нәтижесінде күміс металдандырылған полиимидті қабықтардың механикалық сипаттамаларының нашарлауы полиимидті макромолекулалардың байланыстарындағы үзілістер түрінде материалдың реттелген құрылымының бұзылуынан және қаптамада жаңа күміс фазаларының пайда болуынан болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Крамарев Д. В., Азаров В. Г., Осипчик В. С., Чалая Н. М., Березина А. Б. Изучение процессов имидизации и модификации полиимидных материалов для многослойных конструкций // Пластические массы. 2016, № 9-10

[2] Gaurav M., Dilhan M. K., Frank T. F.. Polymer Crystallization and Precipitation-Induced Wrapping of Carbon Nanofibers with PBT // Journal of Applied Polymer Science. 2015. V. 114. P. 1312-1319.

[3] Elyashevich G. K., Kuryndin I. S., Lavrentyev V. K., Bobrovsky A. Yu., Bukošek V. Porous structure, permeability, and mechanical properties of polyolefin microporous films // Physics of the Solid State. 2017, V. 54. Issue 9, P. 1907–1916.

[4] Назарычев В. М. Полноатомное компьютерное моделирование термопластичных полиимидов с варьируемой структурой диаминных фрагментов: автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 02.00.06 / Назарычев Виктор Михайлович. – СПб., 2015. С – 23.

[5]. Elyashevich G. K, Kuryndin I. S.,. Lavrentyev V. K, Bobrovsky A. Yu., and. Bukošek V. Physics of the Solid State, 54(9), 1907–1916 (2017).

[6] James E. M., Harry R. A., Robert W.. Inorganic Polymers, (Oxford University Press, 2015), 360.

[7] Umbetova K.,. Kravtsova V, N. Korobova, and R. Iskakov, Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved., Elektron. 21, 201 (2016).

[8] Кравцова В. Д., Умерзакова М. Б., Искаков Р. М., Сариева Р. Б. Получение и исследование пористых полиимидных пленок алициклической и арилалициклической структуры // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 7. – С. 39-43.

[9]. Gaurav M, Kalyon D. M., and T.F.. Journal of Applied Polymer Science, 114, 1312-1319 (2015).

[10] Рыжова С. М. Формирование структуры и свойств создаваемых взрывной обработкой термостойких полимерных композитов на основе полиарилата и полимида: автореф. дис. канд. тех. наук: 05.16.09 / Рыжова Светлана Михайловна. – Волгоград., 2015. – С 20

[11] Little K. Study of Free Radicals Formed by γ-Irradiation of Polyethylene Terephthalate // Nature. 2015. Vol. 170, № 4338. P. 1075.

[12] Ильгач Д. М. Молекулярные щетки на основе полиимидов с боковыми поливиниловыми цепями: автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.06/ Ильгач Дмитрий Михайлович. – СПб., 2013. С – 23.

[13] Кербер М. Л., Виноградов В. М., Головкин Г. С, Горбаткина Ю. А. и др. Полимерные композиционные материалы: структура свойства, технология. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. С-164-165.

[14] Русакова О. Ю. Влияние термообработки полиимидов с гидроксильными группами на их структуру и свойства: автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.06/ Русакова Ольга Юрьевна. – М., 2012. С– 27 .

[15] Михайлин Ю. А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. -СПб.: Профессия, 2006. С- 623.

Асқарұлы А., Әлібековой А. Қ., Мурадова А. Д.

Влияние электронного облучения на механическую деформацию полиимидных металлизированных пленок

Резюме: Выполнены исследования физико-механических свойств металлизированных серебром полиимидных композитных пленок, подвергнутых электронному облучению при различных дозах, изучены в практике процесса деформации.

Ключевые слова: полиимид, композитные материалы, металлизация, деформация, модуль упругости, модуль Юнга, электронное облучение, математическая модель.

УДК 669.017.11

A.R. Toleuova, O.M. Zharkevich, E.T. Mussin
(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
E-mail: rymkul.ainagul@mail.ru)

TECHNOLOGICAL SOLUTIONS TO IMPROVE THE QUALITY OF STEEL

Abstract. In the article the metallographic analysis of carbon steel, deoxidized by the complex alloy Ca - Ba, is given. As a result of this deoxidation, the qualitative characteristics of the steel are improved, which has a beneficial effect on the properties and structure of the steel during its further operation.

Key words: steel, properties, structure, temperature, complex alloy.

А.Толеуова, О. Жаркевич, Е.Мусин
(Карагандинский государственный технический университет,
Караганда, Казахстан. E-mail: rymkul.ainagul@mail.ru)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА СТАЛИ

Аннотация. В статье приведен металлографический анализ углеродистой стали, раскисленной комплексным сплавом *Ca – Ba.* В результате такого раскисления улучшаются качественные характеристики стали, что благотворно воздействует на свойства и структуру стали при ее дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: сталь, свойства, структура, температура, комплексный сплав.

Введение

Черная металлургия исторически является крупным сектором, и ее доля в обрабатывающей промышленности составляет 13%. Черная металлургия служит базой для развития машиностроения и металлообработки, ее продукция находит применение практически во всех сферах экономики. Развитие сырьевых секторов, машиностроения и строительства формирует устойчивый спрос как на внутреннем рынке, так и на мировых рынках.

Гранулированный чугун и горячее брикетированное железо, увеличение объемов и производство новых видов ферросплавов, производство новых видов стали (трубной и коррозионностойкой, жаростойкой и жаропрочной, инструментальной, шарикоподшипниковой, рельсовой и рессорно-пружинной и расширение ассортимента высоколегированной стали, являются важнейшими задачами, озвученной в государственной программе индустриально – инновационного развития Республики

Казахстан на 2015 – 2019 годы (утв. указом Президента РК от 01.08.2014г. № 874). Успешное решение этих задач невозможно без широкого применения малоотходной технологии, рационального использования топлива, сырья и легирующих элементов.

Перспективным направлением, позволяющим экономить дорогостоящие металлы, значительно повышать физико – механические и технологические свойства сталей, является микролегирование, которое оказывает существенное влияние на чистоту стали, изменяет условия кристаллизации, строение приграничных зерен, способствует получению однородной структуры. Совершенствование состава сталей с целью повышения надежности и долговечности деталей машин требует всестороннего изучения рафинирующего, модифицирующего и легирующего влияния микродобавок.

Малые добавки элементов, проявляющих высокую химическую активность по отношению к железу и примесям, входящим в его состав, оказывают комплексное воздействие на структуру и свойства стали. При этом в результате модифицирующего и рафинирующего эффекта микродобавок изменяются количество, дисперсность и морфология неметаллических включений, а при легировании матрицы – прокаливаемость, однородность структуры и сопротивление хрупкому разрушению сталей.

Общими потребительскими требованиями к конструкционным сталям являются наличие у них определенного комплекса механических свойств, обеспечивающего длительную и надежную работу материала в условиях эксплуатации, и хороших технологических свойств (обрабатываемости давлением, резанием, закаливаемости, свариваемости и др.).

Необходимые технологические и потребительские свойства конструкционных сталей и сплавов, в основном, обеспечиваются рациональным выбором химического состава, улучшением металлургического качества, соответствующей термической обработкой и поверхностным упрочнением.

Методы

В данной работе был выполнен анализ микроструктуры и фазового состава низколегированной малоуглеродистой конструкционной стали, легированной барием и кальцием с использованием программы Thermo – Calc (TCFE7).

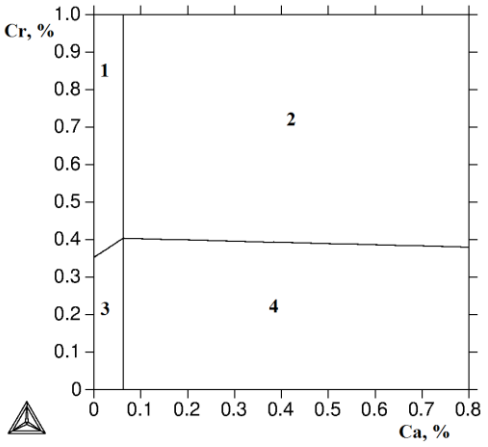
Была исследована сталь, химический состав которой представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Химический состав стали Ст3сп**

Марка стали	Химический состав, %									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ca	Ba	Al
Ст3сп	0,2	0,4	0,6	0,025	0,025	0,7	0,25	0,06	0,02	0,004

Результаты и их обсуждение

Количественный фазовый анализ малоуглеродистой конструкционной стали, легированной барием и кальцием, с использованием программы Thermo – Calc (TCFE7). Были построены изотермические разрезы при различных температурах, начиная с 727°С до 1000°С.

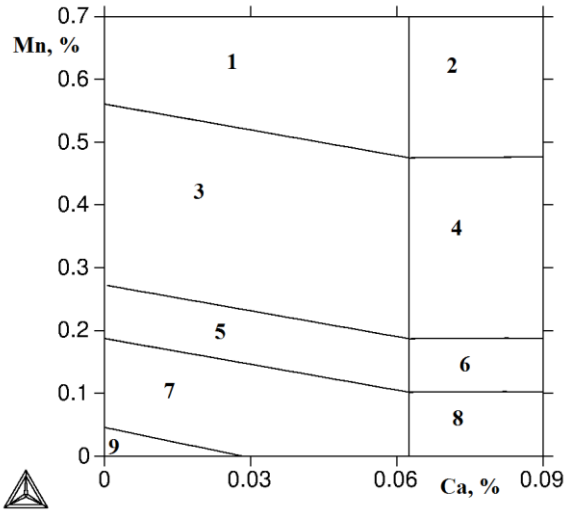


1 Феррит + Цементит + Аустенит + Сульфид марганца
2 Феррит + Цементит + Аустенит + Сульфид марганца + ГПУ решетка
3 Феррит + Аустенит + Сульфид марганца
4 Феррит + Аустенит + Сульфид марганца + ГПУ решетка

Рис. 1. Изотермическое сечение диаграммы состояния углеродистой стали при переменном содержании кальция и хрома

Изотермическое сечение при температуре 950°С (рис.1) фиксирует получение структуры пакетного мартенсита, а также смешанную феррито – цементитную структуру. Хром полностью входит в состав (Fe) и образует основную фазу – упрочнитель – карбид хрома, причем превращение начинается уже примерно при t = 875 – 880 °С. Образование карбида железа обеспечивает хорошие механические свойства стали.

Изотермическое сечение (рис.2) показывает начало кристаллизации жидкой фазы с образованием двух твердых растворов (аустенит и сульфид марганца), кристаллизация этих фаз идет примерно до температуры 670 °С, затем идет выделение феррита и цементита из аустенита (перлитное превращение) вплоть до комнатной температуры.



1 Феррит + Аустенит + Сульфид марганца
2 Феррит + Аустенит + Сульфид марганца + ГПУ решетка
3 Феррит + Цементит + Аустенит + Сульфид марганца
4 Феррит + Цементит + Аустенит + Сульфид марганца + ГПУ решетка
5 Феррит + Цементит + Аустенит + Сульфид марганца
6 Феррит + Цементит + Аустенит + ГПУ решетка
7 Феррит + Цементит + Сульфид марганца
8 Феррит + Цементит + Аустенит + ГПУ решетка
9 Феррит + Цементит + Сульфид марганца

Рис. 2. Изотермическое сечение диаграммы состояния углеродистой стали при переменном содержании

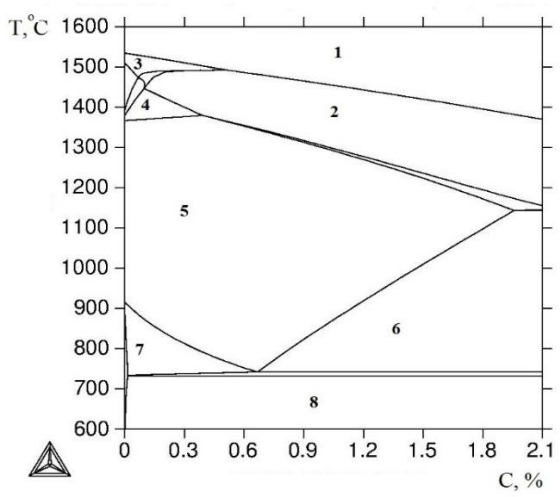
Реакции кристаллизации и фазовый состав углеродистой стали при разных температурах можно проследить с помощью изотермических разрезов, приведенных на рисунке.

Таблица 2. **Фазовый состав углеродистой стали, рассчитанный по программе Thermo – Calc**

Фаза	Содержание компонентов, %								
	C	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	P	S	Si
t = 1500 °C									
Жидкая фаза	0,44	1,10	0,30	96,92	0,50	0,30	0,035	0,035	0,037
t = 1400 °C									
Жидкая фаза	0,119	1,32	0,232	94,72	0,716	0,317	0,0174	0,078	0,052
Аустенит	0,43	1,10	0,31	96,99	0,46	0,299	0,032	0,067	0,36
Сульфид марганца	0,00	0,00	3,96	33,51	59,81	0,00	0,00	3,68	0,00
t = 1300 ÷ 800 °C									
Аустенит	0,44	1,10	0,83	97,00	0,61	0,00	0,00	0,36	0,00
Сульфид марганца	0,00	0,00	1,83	19,95	61,11	0,00	0,00	3,68	0,00
t = 700 °C									
Феррит	0,89	0,32	0,32	98,7	0,28	0,31	0,37	0,12	0,00
Цементит	0,67	0,12	0,00	78,07	0,26	0,59	0,00	0,00	0,00
Сульфид марганца	0,00	0,00	3,44	22,19	63,14	0,00	0,00	3,68	0,00

Как видно из таблицы 2, при температуре 1400°С начинается кристаллизация одновременно твердого раствора железа (аустенит) и сульфида марганца из жидкой фазы. Выделение этих фаз продолжается в интервале температур 1300–800°С. Затем уже при температуре 700°С начинается выделение из феррита и цементита из аустенита и одновременно продолжается кристаллизация сульфида марганца. Фазовый состав стали 40Х, рассчитанный по программе Thermo – Calc позволяет спрогнозировать образование основной фазы – упрочнителя и несомненно находит свое подтверждение превращениям, протекающим в классической системе Fe – Fe_3C (перитектическое превращение при t=1392°С, эвтектоидное превращение при t = 727°С). При дальнейшем понижении температуры образование других фаз исключено, что и было подтверждено данной программой.

Политермическое сечение (рис.3) показывает начало кристаллизации жидкой фазы с образованием двух твердых растворов (аустенит и сульфид марганца), кристаллизация этих фаз идет примерно до температуры 670°С, затем идет выделение феррита и цементита из аустенита (перлитное превращение) вплоть до комнатной температуры. Кристаллизация сульфида марганца идет непрерывно в интервале температур 1600°С ÷ 400°С (рис. 3). Конечная структура, которая формируется в сплаве будет феррито-цементитная с добавками сульфида марганца (рис. 3).



1 Жидкая фаза
2 Жидкая фаза+Аустенит
3 Феррит
4 Аустенит
5 Аустенит+Сульфид марганца
6 Аустенит+Графит+ Сульфид марганца
7Феррит+Аустенит+Сульфид марганца
8Феррит+Графит+Сульфид марганца

Рис. 3. Политермический разрез диаграммы состояния системы Fe-C-Mn-Si-S-P-Ca

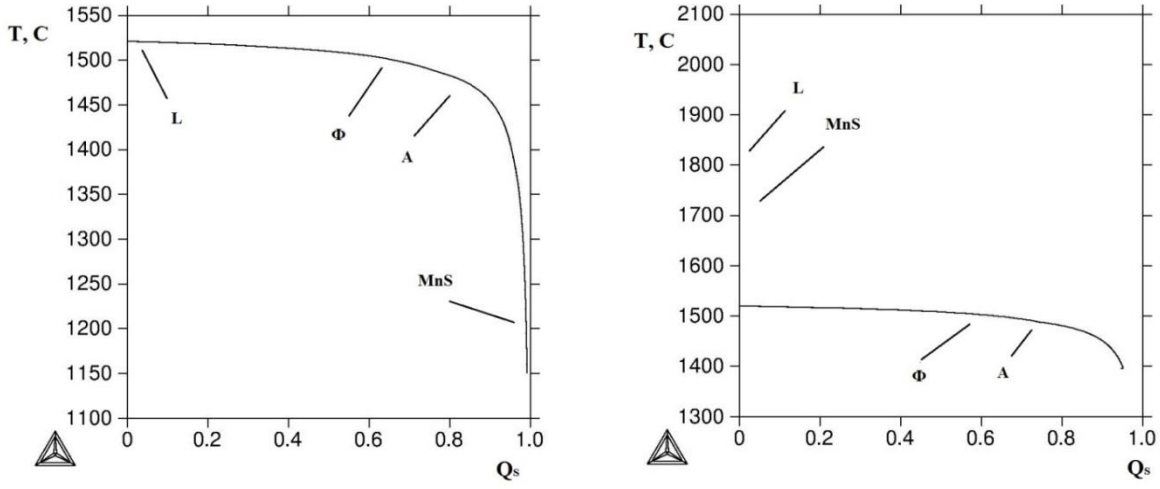


Рис. 4. Кривые неравновесной кристаллизации сплавов системы Fe-C-Si-Mn-Ni-S-P-Cr-N-Cu

На рисунке 4 приведены кривые неравновесной кристаллизации, на которых показано, что первым из жидкого раствора железа начинает кристаллизоваться сульфидная фаза MnS, затем уже кристаллизуются α – фаза и γ – фаза также непосредственно из жидкого раствора железа.

Кристаллизация сплава начинается примерно при температуре 1520°С, что соответствует температуре плавления железа (1539°С), а значит расчет, проведенный с помощью этой программы можно считать достоверным.

Выводы

Таким образом, с использованием программы Thermo-Calc проведен количественный анализ углеродистой конструкционной стали, легированной кальцием и барием, включая расчет изотермических и политермических сечений, массовых и объемных долей фаз. Определены области концентраций и температур, при которых может быть достигнуто максимальное количество основных фаз – упрочнителей.

Анализ политермических и изотермических сечений и определение фазового состава при различных температурах дает возможность прогнозировать оптимальный состав и структуру стали.

Рассматривалась углеродистая конструкционная сталь, микролегированная кальцием и барием. По полученным экспериментальным данным можно сделать вывод, что наилучший комплекс свойств достигается при содержании кальция до 0,06%. Положительное влияние микродобавок кальция обусловлено эффективным удалением серы из твердого раствора и связыванием ее в сульфиды глобулярной формы. В данном случае сульфид марганца (MnS) начинает выделяться уже при температуре 1500°С и превращение идет непрерывно вплоть до 700°С.

Фазовый состав углеродистой конструкционной стали, рассчитанный по программе Thermo – Calc позволяет спрогнозировать образование основной фазы – упрочнителя и несомненно находит свое подтверждение превращениями, протекающим в классической системе Fe – Fe_3C (перитектическое превращение при t=1392°С, эвтектоидное превращение при t=727°С).

Окончательная структура стали, которая формируется при кристаллизации будет аустенит и феррит (компьютерный расчет Thermo – Calc). Получение структуры феррита в малоуглеродистых низколегированных сталях нецелесообразно, так как он негативно влияет на величину ударной вязкости при отрицательных температурах. Для подавления ферритообразования целесообразно введение в малоперлитную сталь микродобавок бария.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Белов Н.А. Компьютерный анализ многокомпонентных диаграмм состояний. – М.: Учеба, 2003. – 269 с.

[2] В. И. Жучков, М. И. Гасик, О. Ю. Шешуков Разработка рациональных составов ферросплавов для обработки стали и чугуна // Сборник докладов Литейного консилиума № 2 «Теория и практика металлургических процессов при производстве отливок из чёрных сплавов». - Челябинск: Челябинский Дом печати, 2007 – С. 88.

[3] Thermo – Calc Software. Database Guide. For Uses in TCC / TCW / DICTRA. – Stockholm: Sweden, 2006. – P. 77.

[4] Thermo – Calc Graphical Mode Examples.

[5] Потапов А.И., Маликов И.Т., Уразов В.И., Семин А.Е. Влияние химического состава и режима аустенизации на прокаливаемость стали 35ГР. – Электрометаллургия, 2009. - № 11.

[6] Толымбеков М. Ж., Такенов Т. Д., Ахметов А. Б. Прямое легирование стали марганцем. – Алматы: НИЦ «Ғылым», 2003. – 304 с.

[7] Потапов А.И., Семин А.Е. Технологические особенности легирования стали бором. – Известия высших учебных заведений: Черная металлургия, 2012. - № 9.

[8] Белов Н.А. Диаграммы состояния тройных и четверных систем. – М.: МИСИС, 2007. – 360с.

[9] TCW (Thermo – Calc Windows) Examples Book (Version 5.0).

[10] Жучков В. И., Носков А. С., Завьялов А. Л. Растворение ферросплавов в жидком металле. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1990. – 134 с.

[11] Жучков В. И. Основные принципы определения оптимального состава ферросплавов // Материалы III Республиканского научно-технического совещания: Совершенствование технологии марганцевых сплавов. – Тбилиси, 1983. – С. 109–114.

[12] Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы. - Астана, 2014 год.

[13] Касенов Б.К. Алдабергенов М.К., Пашинкин А.С. Термодинамические методы в химии и металлургии. - Алматы: Руан, 1994. - 256 с.

[14] Эффенберг Г., Ильенко С., Довбенко А., Турчанин М. MSI Eureka – база данных для современного материаловедения и технологических процессов // Материалы III Международной научно – технической

конференции «Перспективные технологии, материалы и оборудование в литейном производстве». - Украина, Краматорск, 2011г. - С. 218-219.

[15] Толеуова А.Р., Балбекова Б.К., Нурумгалиев А.Х. Некоторые особенности структурообразования стали, раскисленной с применением комплексных сплавов // Научный журнал «Вестник ВКГТУ им. Д.Серикбаева». - Усть-Каменогорск. - №2 (80). – 2018. – С. 150 - 154.

Толеуова А.Р., Жаркевич О.М., Мусин Е.Т.

Болаттын сапасын дамытуға арналған технологиялық шешімдер

Түйіндеме. Мақалада *Ca - Ba* кешенді қорытпасымен тотықтырылған көміртекті болаттың металлографиялық талдауы келтірілген. Осы залалсыздандыру нәтижесінде болаттың сапалық сипаттамалары жақсарады, бұл болаттың одан әрі пайдалану кезінде оның қасиеттері мен құрылымына жағымды әсер етеді.

Кілт сөздер: болат, қасиеттері, құрылымы, температурасы, күрделі қорытпа.

УДК 656.225.7

[1]**B Musabaev,** [1]**A. Ursarova,** [2]**E. Zhatkanbaeva. S. Sarbaev**
([1]Kazakh Academy of transport and communication named after M.Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan
[2]Kazakh road Institute named L. Goncharova, Almaty, Kazakhstan
E-mail: ainur_ks@mail.ru)

DEVELOPMENT OF CONTAINER TRANSPORTATION IN THE EURASIAN SPACE

Abstract. In the article are considered the problems of increasing the carrying capacity of sections of transit corridors in Kazakhstan. Today, the main challenges of the transport and logistics system of Kazakhstan are the transnationalization of the world market, increasing the export and transit potential of Kazakhstan and establishing the growth of competitiveness of alternative routes. The basis for improving the efficiency of production and economic activity of Kazakhstan is to strengthen the intermodality of the system, complicate supply chains, diversify the economy and ensure non-discriminatory access of Kazakh products to global markets

key words: regulating the increase of the carrying capacity of sections of transit corridors

Б. К. Мусабаев, А.К. Урсарова, Э.А. Жатканбаева С.Ш. Сарбаев
([1]Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан,
[2] Казахский автомобильно – дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан
E-mail: ainur_ks@mail.ru)

РАЗВИТИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ЕВРАЗЙИСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Аннотация. Транзитные возможности геополитическая роль Республики Казахстан, то есть роль транзитного моста между Европой и Азией, а также между Россией и Китаем определяется ее расположением в центре евразийского континента. Она расположена на стыке Европы и Азии, благодаря чему обладает значительным транзитным потенциалом, предоставляя азиатским странам географически безальтернативную наземную транспортную связь с Россией и Европой.

ВВЕДЕНИЕ

Главное преимущество, которым обладают транзитные коридоры, проходящие через терри

Иторию Казахстана, заключается в существенном сокращении расстояний. При осуществлении сообщения между Европой и Китаем через Казахстан расстояние перевозок уменьшается в два раза по сравнению с морским путем и на тысячу километров, по сравнению с транзитом по территории России.

Республика Казахстан располагает необходимым потенциалом для серьезной переориентации внешнеторгового баланса. Этот потенциал заключается, прежде всего, в уникальных транзитных возможностях страны.

Территория Республики Казахстан расположена на направлении сухопутного моста для грузовых потоков между основными макроэкономическими полюсами – странами Европейского Союза и Азиатско-Тихоокеанского региона, Америки и Евразии;

На сегодняшний день основными вызовами транспортно-логистической системы Казахстана являются транснационализация мирового рынка, наращивание экспортного и транзитного потенциала РК и налаживание роста конкурентоспособности альтернативных маршрутов. Основа повышения эффективности производственно-экономической деятельности Казахстана заключается в усилении интермодальности системы, усложнении цепочек поставок, диверсификации экономики и обеспечении недискриминационного доступа казахстанской продукции на глобальные рынки [8].

За последнее десятилетие для развития транзитно-транспортного потенциала в Республике Казахстан проведена огромная работа.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Доступ Казахстана, как к близлежащим, так и отдаленным рынкам Евроазиатского континента диктует главный вызов развитию транспортно-логистической системы. Важным шагом на пути к этой цели стало решение Казахстана возродить маршрут Великого Шелкового пути. Для этого созрели все условия и существуют такие предпосылки, как бурное развитие транзитного потока между Азией и Европой, где на долю КНР приходится 50% товарооборота. В проекте «Новый Шелковый Путь» стоит задача становления Казахстана как крупного транспортно-логистического хаба международного уровня на Евразийском пространстве (рисунок 1).

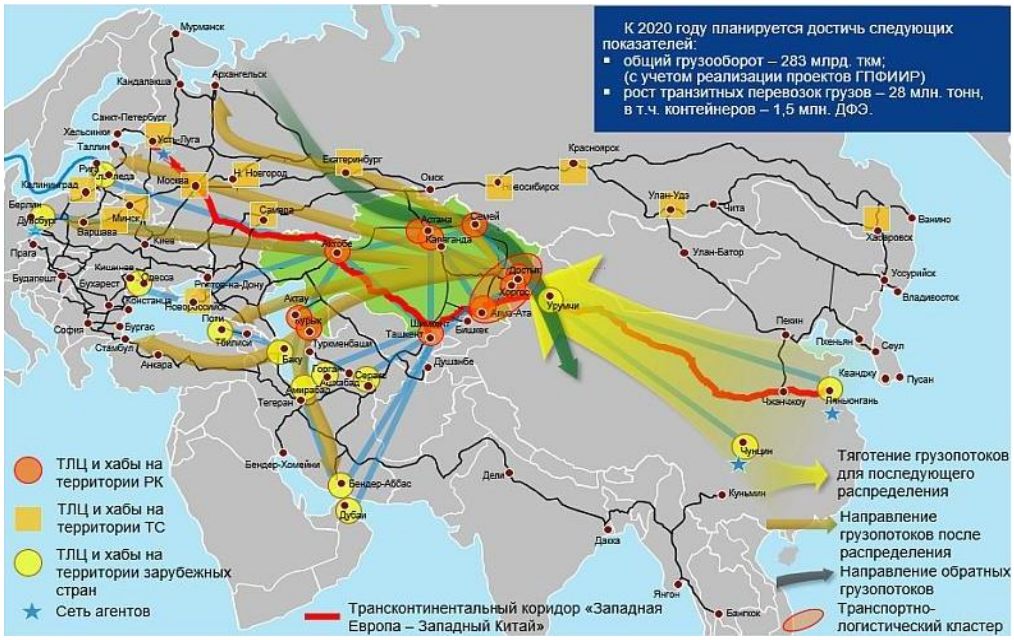


Рис. 1. Карта стратегического позиционирования Казахстана.

Необходимость данного проекта обусловлена, во-первых, возможностью использования транзита в полной мере. Во-вторых, нахождение на «артерии торговли» очень выгодно для нашей страны. Для того чтобы повторить «успех» этой торговой магистрали, у Казахстана есть все условия и предпосылки. Безусловно, с течением времени изменились условия и товары, но не изменились требования к перевозкам: скорость, сервис, стоимость, сохранность и стабильность. Казахстан не имеет выхода к открытому морю, поэтому для Казахстана важно иметь доступ к крупной торговой магистрали. В результате реализации проекта к 2020 году транзитные потоки через Казахстан из Юго-Восточной Азии на Запад из Европы в Центральную Азию увеличатся почти в два раза.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Казахстан реализует инициативы по развитию и продвижению мультимодальных транспортных коридоров, которые позволят осуществлять транзит грузов через территорию Казахстана в следующих направлениях из Китая: в Российскую Федерацию и далее в Европу; от Хоргоса до порта Актау, далее по Каспийскому морю в Азербайджан, а затем через Грузию, Турцию и далее в Европу; в Иран, страны Ближнего Востока, Индию и Пакистан; в направлении Север-Юг через территории России, Казахстана, Туркменистана и стран Персидского залива.

Казахстан делает серьезные капиталовложения в транспортную инфраструктуру: строительство железнодорожных линий: Коргас – Жетыген, Узень – государственная граница с Туркменистаном – Горган (Иран); строительство железнодорожных линий Жезказган – Бейнеу и Аркалык – Шубарколь; реализация проектов МЦПС и СЭЗ «Хоргос – Восточные Ворота»; строительство автомобильной дороги «Западный Китай – Западная Европа»; проект расширения порта Актау в северном направлении; развитие аэропортовой инфраструктуры; строительство сети терминалов и транспортно-логистических центров на территории РК и т.д.

Внешняя терминальная сеть разворачивается в точках консолидации и дистрибуции грузопотоков в Китае, странах Центральной Азии, Закавказья, Турции, Персидского залива и Европы. На сегодняшний день Казахстан присутствует в терминальной инфраструктуре на восточном побережье Китая в порту Ляньюнган. В целях дальнейшего развития терминала ведется подготовительная работа по созданию терминальных мощностей в логистической зоне ШОС порта Ляньюньган, что позволит увеличить объем консолидации грузов до 2,2 млн. ДФЭ к 2020 году.

Все грузопотоки, следующие из Китая в страны Европы и Центральной Азии, консолидируются в СЭЗ «Хоргос — Восточные ворота» на восточной границе с Китаем. По своему значению ворота выполняют стратегическую роль, аналогичную Суэцкому каналу. В настоящее время завершено строительство «сухого порта» и инфраструктуры на территории СЭЗ «Хоргос — Восточные ворота».

Ключевая роль в реализации стратегических проектов по организации цепей поставок с участием различных видов транспорта отводится АО «Национальная компания «Казакстан темир жолы». Являясь основным координатором развития отечественной транспортной системы, АО «НК «ҚТЖ» сегодня проводит большую работу по повышению эффективности использования транзитного потенциала страны. Здесь необходимо отметить создание на базе АО «НК «ҚТЖ» компании АО «KTZ Express», задачей которого является координация транспортных потоков на всех уровнях. Появление на рынке данной компании поможет кардинально поменять философию ведения транспортного бизнеса в Казахстане, т.е. от конкуренции между видами транспорта внутри страны к конкуренции с глобальными транспортными компаниями на международном уровне

Основной грузопоток по Новому Шелковому пути будет осуществляться с Востока на Запад. Возможные маршруты транспортировки грузов из Китая в Европу представлены рисунке 2.



Источники: Аналитический обзор Retrack, КТЖ, ТрансКонтейнер.

1 Трансазиатский коридор Чунцин – Достык (Алтынколь) – Илецк – Красное – Брест – Дуйсбург

Западные и центральные провинции Китая находятся на прямом сообщении с Европой по железнодорожному маршруту через станции Достык и Алтынколь (рисунок 3).

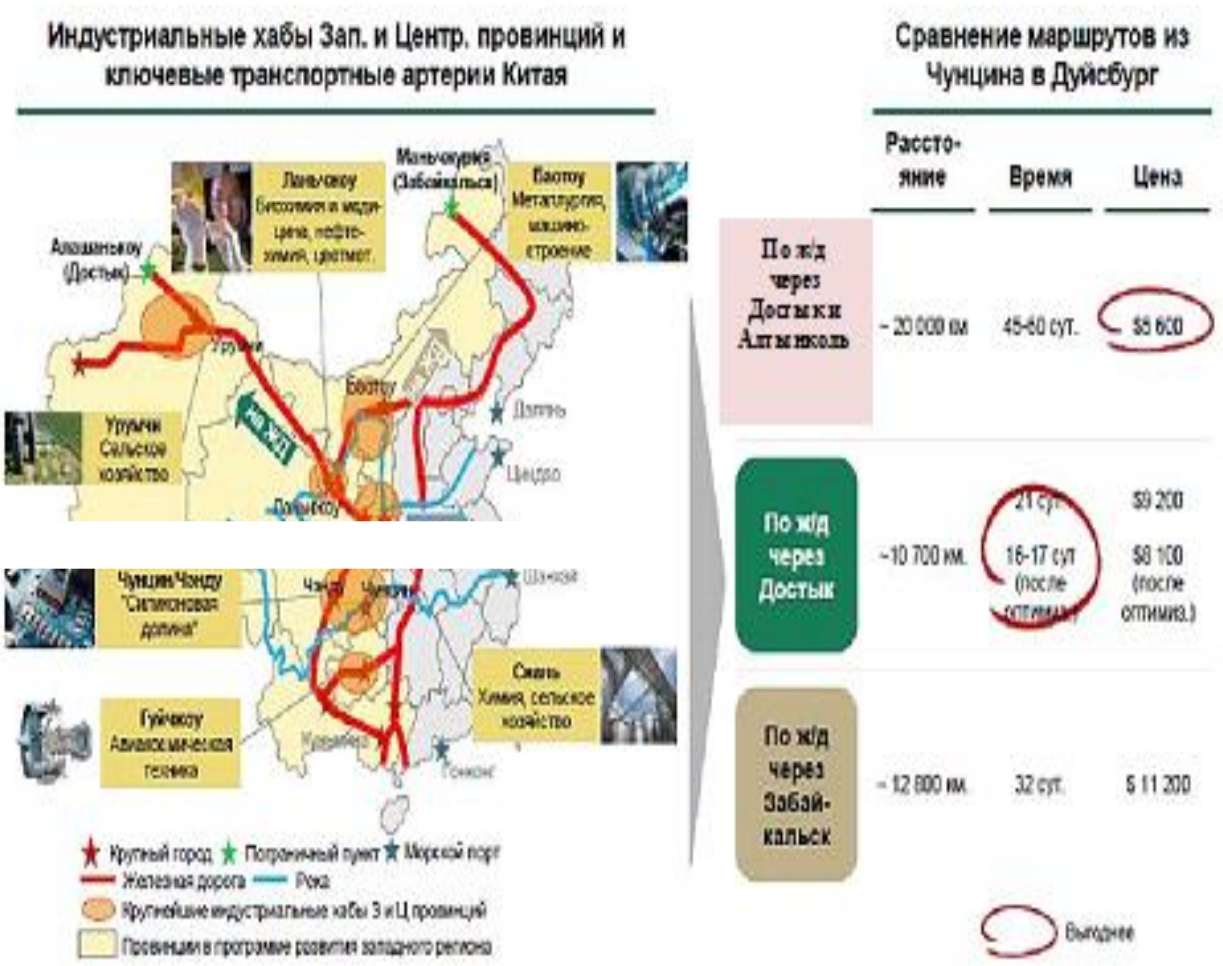


Рис. 3. Индустриальные хабы и ключевые транспортные артерии Западной и Центральной провинций Китая

На сегодняшний день доставка грузов в Европу по железной дороге осуществляется в среднем в 2-3 раза быстрее, чем по морю, что является значительным конкурентным преимуществом для транспортировки товаров, критичных к скорости доставки до прилавка или сборочного производства. Кроме того, транспортная инфраструктура Восточного Китая (железнодорожное сообщение с морскими портами, речное сообщение по Янцзы) сильно перегружена, что ведет к увеличению времени на перевозку грузов из Западных и Центральных провинций по морю.

Предпосылкой для развития и эффективного использования транзитного потенциала Казахстана является зарождение новых грузопотоков между Китаем и Европой, чему способствуют реализуемая Единая транспортная стратегия в Китае («Большой скачок») и Программа ускоренного развития западных провинций КНР «GoWest» («Идти на Запад»). Они предусматривают осуществление крупных транспортных инфраструктурных проектов, в числе строительство новых железнодорожных линий к создаваемой зоне свободной торговли "Хоргос" на казахстанско-китайской границе (в частности Цзиньхе - Хоргос с объемом перевозок впервые годы эксплуатации свыше 6 млн. тонн в год).

Мировая практика в конкуренции за глобальный транзит показывает тенденцию по переходу на контейнеризацию грузов и, в целом, развитие контейнерных перевозок (рисунок 4).

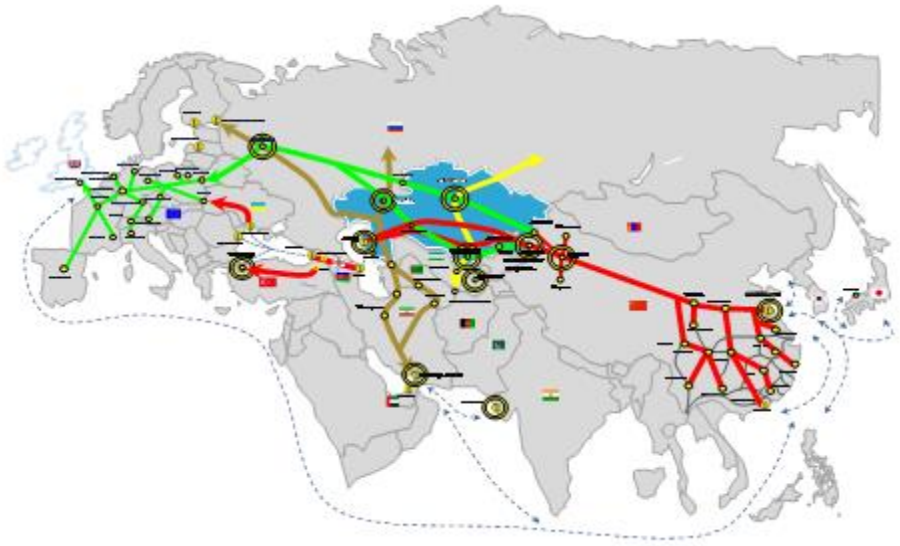


Рис. 4. Развитие контейнерных перевозок на Евразийском пространстве

ВЫВОДЫ

На сегодняшний день один из основных эффектов от реализации транзитного потенциала – развитие железнодорожного контейнерного транзита. Срок транспортировки товаров из западных и центральных провинций Китая через восточные порты достаточно велик не только из-за низкой скорости морских перевозок, но и из-за необходимости доставки товара от точки производства в порты (а это до 25% от общих сроков транспортировки). Кроме того, длительный срок доставки лишает производителей гибкости, увеличивая разницу во времени производства и времени появления на полках магазинов.

Основное преимущество контейнерных перевозок – срок доставки товаров. К примеру, доставка контейнерного груза из города Чунцин (Центральный Китай) в Дуйсбург по морю занимает 45-60 суток против 32 суток при доставке по Транссибу через терминал Забайкальск и 15-16 суток при доставке по маршрутам Достык – Брест или Алтынколь – Брест.

Для усиления провозной и пропускной способности участков транзитных коридоров требуется значительные капитальные затраты, на электрификацию железных дорог, внедрение более мощных локомотивов, установок линий с автоматической блокировкой и электрической централизацией стрелок и сигналов, а так же строительство вторых путей и двухпутных ставок.

Для увеличения объема транзитных перевозок требуется специальные тарифные условия по этому маршруту, дающие определенные льготы на перевозку грузов на этом участке транзитного коридора.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мамин А.У. Основные тренды и стратегические направления развития транспортно-логистических центров в Республике Казахстан // Вестник КазАТК. – 2013. – № 6. – С. 8–12.

[2] Юрьева М. Дилеммы интеграции. // Транс-Logistics Казахстан. – 2013. – № 2. – С. 26-30

[3] Искалиев Е.С. Экономический коридор – новый Шелковый путь // Транс-Logistics Казахстан. – 2013. – № 2. – С. 40-45

[4] Электронный ресурс: https://ru.sputniknews.kz/economy Международные транспортные коридоры ЕврАзЭС: быстрее, дешевле, больше.

[5] Электронный ресурс: http://ktze.kz

[6] От концепции до внедрения: Архипенков С.Я., Голубев Д.В., Максименко О.Б. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 528 с.

[7] Роль информационного хранилища в решении задач информатизации отрасли Вишняков В.Ф. М: // Автоматика, связь, информатика. – № 11. – 2001. – 215 с.

[8] Конфигурирование информационных и транспортных сетей в условиях неопределенности. Гимаров В. В., Дли М. И. М: РГОТУПС, 2006. – 217 с.

[9] Горемыкин В.А. Enterprise data warehouses. Планирование разработка, реализация. – т. Горемыкин В.А. 1.пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 400

[10] Боровикова, М.С. Организация движения на железнодорожном транспорте / М.С. Боровикова. – М.: Маршрут, 2003. – 367 с.

[11] Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А.М. Макарочкин и др. − М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

[12] Кочнев, Ф.П. Управление эксплуатационной работой железных дорог / Ф.П. Кочнев, И.Б. Сотников. − М.: Транспорт, 1990. – 424 с.

[13] Основы эксплуатационной работы железных дорог / В.А. Кудрявцев, В.И. Ковалев, А.П. Кузнецов и др. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 350 с.

[14] Широкова, В.В. Диспетчерское управление движением на железнодорожном транспорте. Часть 1. / В.В. Широкова. − Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2004. – 31 с.

Мусабаев Б. К., Урсарова А.К., Жатканбаева Э.А., С.Ш. Сарбаев

Еуразиялық кеңістікте контейнерлік тасымалдаудың дамуы

Түйіндеме. Мақалада Қазақстандағы транзиттік дәліздер учаскелерінің өткізу қабілетін арттыру мәселелері қарастырылады. Бүгінде Қазақстанның көлік-логистикалық жүйесінің негізгі міндеттері әлемдік нарықты транснационализациялау, Қазақстанның экспорттық-транзиттік әлеуетін арттыру және баламалы бағыттардың бәсекеге қабілеттілігінің өсуін белгілеу болып табылады. Қазақстанның өндірістік-шаруашылық қызметінің тиімділігін арттырудың негізі жүйенің интермодалдығын күшейту, жеткізу тізбегін күрделендіру, экономиканы әртараптандыру және қазақстандық өнімнің әлемдік нарықтарға кемсітусіз қол жеткізуін қамтамасыз ету болып табылады.

Түйінді сөздер: транзиттік коридорлар участкелерінің өткізу және өңдеу қабілеттерін өткізу қабілеттері

УДК 538.911, 620.3

G.S. Suyundykova[1,2], A.K. Kenzhegulov[1], A.T.Ospanali[1,2], B.S. Medyanova[1,2], G. Partizan[1,2], B.A. Aliev[2]

([1]Center of innovative technology at the Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan,
[2]al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: gulmira.partizan@gmail.com)

SEM STUDY OF SiC NANOSTRUCTURES OBTAINED BY THE HIGH FREQUENCY MAGNETRON SPUTTERING

Abstract. The article presents the research results of SiC nanostructures using scanning electron microscopy. Samples were obtained by high-frequency magnetron sputtering. As substrates, plates of polished single-crystal and porous silicon were used, on the surface of which a thin layer of catalyst was sprayed.

Studies using scanning electron microscopy have shown that the formed silicon carbide NS have a sufficiently large diameter spread from several tens to several hundred nanometers and a rough surface. Experiments have shown that the growth of NS of silicon carbide has a mass character over the entire surface of the substrate for all synthesis conditions. From the results of the SEM study, it can also be observed that with changes of C_2H_2:Ar concentration ratios, NS of silicon carbide with different morphologies are formed.

Keywords: silicon carbide nanostructures, high-frequency magnetron sputtering, microwave plasma, scanning electron microscopy.

Г.С. Суюндыкова[1,2], А.К. Кенжегулов[1], А.Т.Оспанали[1,2], Б.С. Медянова[1,2], Г. Партизан[1,2], Б.А. Алиев[2]

([1]Центр инновационных технологий при Институте проблем горения, Алматы, Казахстан,
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.
E-mail: gulmira.partizan@gmail.com)

СЭМ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР SiC ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Аннотация. В данной статье приведены результаты исследований наноструктур SiC методом сканирующей электронной микроскопии. Образцы были получены методом высокочастотного магнетронного распыления. В качестве подложек использовались пластины полированного монокристаллического и пористого кремния, на поверхность которых был напылен тонкий слой катализатора.

Исследования методом сканирующей электронной микроскопии показали, что образовавшиеся НС карбида кремния имеют достаточно большим разбросом диаметра от нескольких десятков до нескольких сотен нанометра и шероховатую поверхность. Эксперименты показали, что рост НС карбида кремния носит массового характера по всей поверхности подложки для всех условиях синтеза. Из результатов СЭМ исследования также можно наблюдать, что с изменением соотношений концентрации C_2H_2:Ar образуются НС карбида кремния с различной морфологии.

Ключевые слова: наноструктуры карбида кремния, высокочастотного магнетронного распыления, микроволновая плазма, сканирующая электронная микроскопия.

Введение

Карбид кремния (SiC) привлек внимание научного сообщества и изучается для применения во многих областях, таких как биосенсоры, фотокатализаторы и хранение водорода вследствие своих превосходных свойств и биосовместимости [1-8]. По сравнению с объемным SiC одномерные (1D) полупроводниковые наноструктурированные SiC, такие как наностержни, нанотрубки, нанопроволоки и нановолокна SiC интенсивно изучаются в течение последнего десятилетия благодаря их универсальному применению при изготовлении оптоэлектронных, электронных и сенсорных устройств [9].

Существуют различные способы получения наноструктур SiC. К этим методам относятся физическое испарение, термическое восстановление углерода, золь-гель процесс и химическое осаждение из газовой фазы. Эти процессы могут успешно использоваться для синтеза SiC, но все же имеются некоторые недостатки, которые ограничивают использование этих методов в промышленности, в частности высокое потребление энергии, длительное время обработки и использование химических веществ. Помимо этого, в процессе синтеза вышеуказанными методами образуется SiC с примесями [10].

В последнее время многие исследователи применяют микроволновой нагрев для синтеза SiC из-за его особых характеристик, где микроволны могут волюметрически нагревать материалы с диэлектрическими свойствами и позволяют синтезировать SiC с однородным размером зерна при высокой скорости синтеза и меньшем времени реакции [11, 12]. Синтез материалов с использованием микроволнового нагрева является более экономичным по сравнению с обычными способами, такими как механическое фрезерование, карботермическое восстановление и лазерный синтез, поскольку этот метод отличается от других низким потреблением энергии, меньшим временем реакции и малым количеством примесей, таких как кислород и металлы, которые обычно находятся в конечных продукты синтеза [13-15].

Целью проведения наших исследований являлись – экспериментально выявить влияние соотношение концентрации рабочих газов на зародышеобразование наноструктур карбида кремния в процессе плазмохимического синтеза.

Детали эксперимента

Подготовка подложек

В качестве подложек и основы для медных пленок использовались пластины монокристаллического кремния (аналог марки КДБ-20, производитель Siegert Wafer GmbH, Германия) размерами 1×1 см с ориентацией [100]. Предварительно подложки проходили химическую очистку. Обработка проводилась в растворе смеси NH4OH, H2O2 и дистиллированной воды в объемном соотношении 1:1:4, при температуре 50°C, в течение 20 мин, с применением звуковых волн частотой 850 кГц, мощностью 250 Вт. Далее проводились промывка в дистиллированной воде и сушка. Медные пленки осаждались на подложки из полированных пластин кремния методом магнетронного распыления на постоянном токе в установке ВУП-5М. Напыление проводилось в потоке рабочего газа Ar при давлении 10^{-2} мм.рт.ст. Скорость потока Ar составляла 12 $см^3$/мин и регулировалась с помощью контроллера расхода газов MCV-500SCCM. Расстояние между металлической мишенью и подложкой составляло 30 мм. Эксперименты проводились при постоянном напряжении на аноде-мишени (740 В), ток плазмы составлял 35 мА. Время напыления составляло 5 минут.

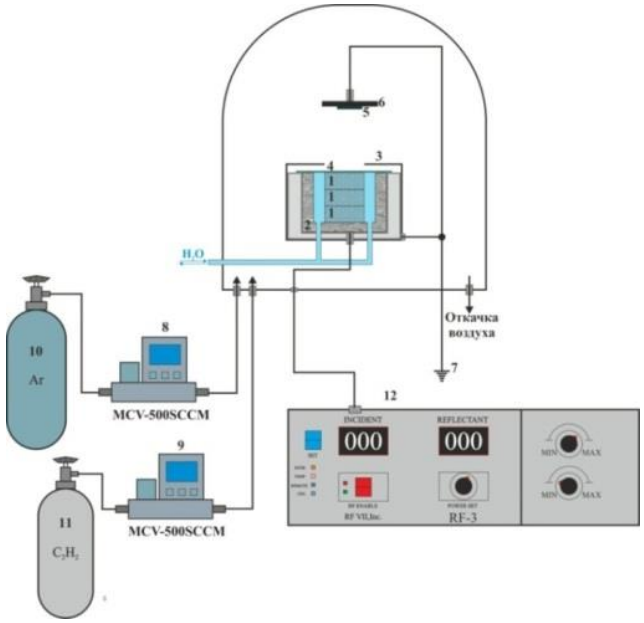
Синтез наноструктур карбида кремния

В лаборатории вакуумных нанотехнологии Института проблем горения были проведены пробные эксперименты по синтезу наноструктур карбида кремния методом высокочастотного магнетронного распыления (ВЧМР).

На базе вакуумной установки ВУП-5М была собрана и модернизирована опытная установка для синтеза наноструктур карбида кремния методом ВЧМР. Схема установки для синтеза наноструктур

карбида кремния методом показана на рисунке 1.

Для создания требуемого уровня скорости откачки камеры установка оснащена двухступенчатым пластинчатым вакуумным насосом 2НВР-5ДМ. Контроль уровня вакуума в камере (до 10-4 мм.рт.ст) осуществляется термопарным вакуумметром Мерадат-ВИТ14Т3. Апробированы все узлы вакуумных агрегатов установки. Помимо этого было осуществлено подключение высокочастотного генератора RF3 имеющего мощность до 300 Вт и согласующего устройства к магнетрону. Также была изготовлена кремниевая мишень диаметром 48 мм толщиной 1 мм для распыления кремния марки КДБ-20 (Siegert Wafer GmbH, Германия).



1 – постоянные магниты, 2 – катод магнетрона, 3 – анодное кольцо, 4 – мишень из Si, 5 – подложка, 6 – подложка-держатель, 7 – заземление, 8, 9 – контроллеры расхода газов, 10 – аргон, 11 – ацетилен, 12 – ВЧ генератор

Рис. 1. Общая схема установки для синтеза НС карбида кремния

Отношение концентраций C_2H_2:Ar контролируется стандартными контроллерами расхода газов MC-10SLPM-D. Для нагревания подложки были использованы вольфрамовая нить. Длина нити составляло 2,5 см. Температура подложки измерялась с помощью хромель-алюмелевой термопары.

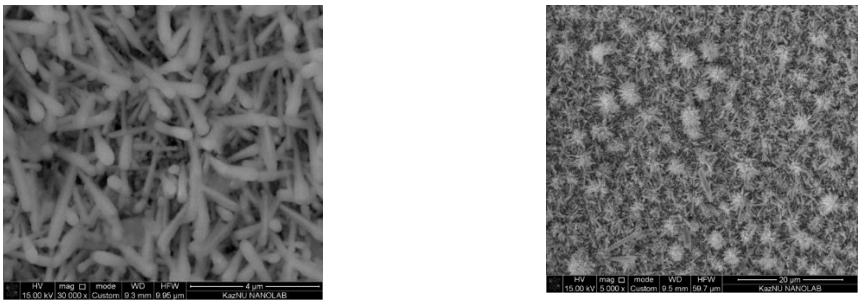
Была проведена серия экспериментов, в которой изменялось соотношение концентраций ацетилена и аргона (C_2H_2:Ar = от 0.02 до 0.05 шагом 0.01). Рабочее давление газа составляло $1.6*10^{-2}$ мм.рт.ст. Расстояния между подложкой и мишенью оставался постоянным и был равен 3см. Длительность напыления составляло 60 мин. Температура подложки оставался постоянным и была равно 600^0C. Эксперименты проходили при постоянной значения тока плазмы 30 мА.

Полученные образцы были исследованы методами растровой электронной микроскопии (СЭМ). Исследование образцов методом СЭМ проводилось в Национальной нанотехнологической лаборатории открытого типа с использованием микроскопа Quanta 3D 200i.

Результаты и обсуждение

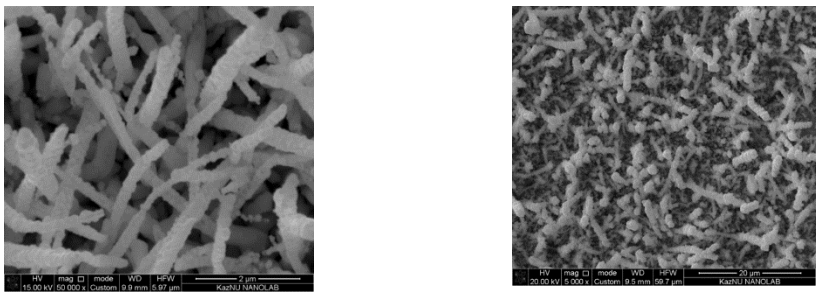
На рисунках 2-4 представлены СЭМ изображения образцов, полученные при различных соотношениях концентрации C_2H_2:Ar.

Из результатов СЭМ исследований видно, что при соотношении концентрации C_2H_2:Ar =0,02 образуются волокнистое образование в форме бейсбольной биты. В то время, при соотношении концентрации C_2H_2:Ar =0,03 образуются нановолокны карбида кремния. Синтезированные наноструктуры при соотношении концентрации C_2H_2:Ar =0,05 имеют форму брокколи. На рисунке 4б видно, что высота синтезированных НС карбида кремния составляет 5.35 мкм. На рисунке 5 представлен энергодисперсионный рентгеновский спектр синтезированных образцов. Энергодисперсионный рентгеновский спектр указывают на то, что содержание вольфрама в НС составляет 35.14% атомных процентов. Это объясняется тем, что вольфрамовая нить была использована для нагревания подложки.



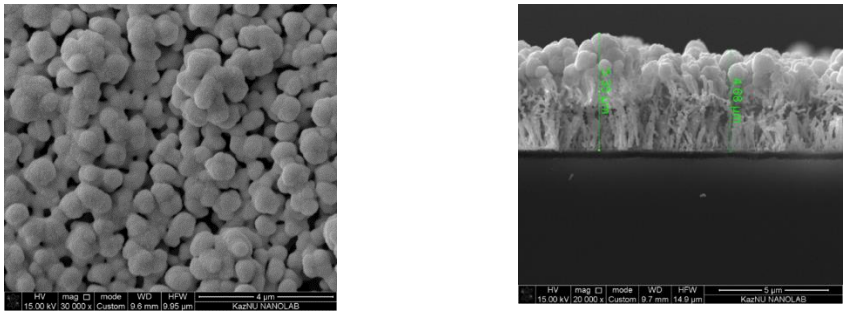
а – увеличенный вид, *б* – однородно распределенная морфология

Рис. 2. СЭМ-изображения образцов синтезированных при $C_{C2H2:Ar}$ =0,02



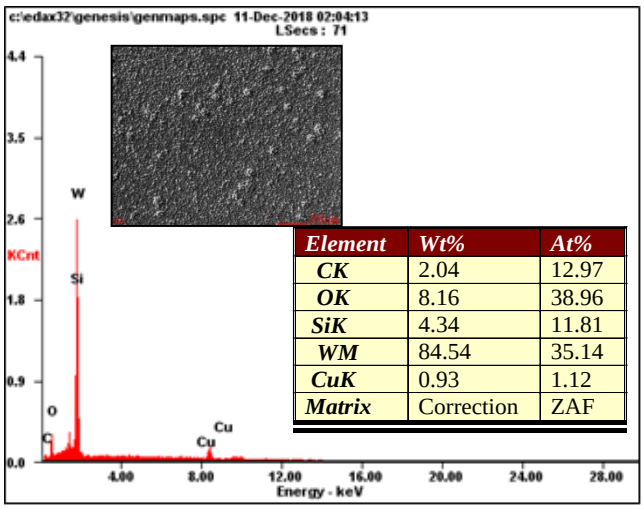
а – увеличенный вид, *б* – однородно распределенная морфология

Рис. 3. СЭМ-изображения образцов синтезированных при $C_{C2H2:Ar}$ =0,03



а – морфология, *б* – боковой поверхности

Рис. 4. СЭМ-изображения образцов синтезированных при $C_{C2H2:Ar}$ =0,05



Element	Wt%	At%
CK	2.04	12.97
OK	8.16	38.96
SiK	4.34	11.81
WM	84.54	35.14
CuK	0.93	1.12
Matrix	Correction	ZAF

Рис. 5. Энергодисперсионный рентгеновский спектр синтезированных образцов полученных на Cu, выращенных на Si (100) при температуре подложки 600°C (время синтеза 60 мин., $C_{C2H2:Ar}$ =0,03)

Исследования методом сканирующей электронной микроскопии показали, что образовавшиеся НС карбида кремния имеют достаточно большим разбросом диаметра от нескольких десятков до нескольких сотен нанометра и шероховатую поверхность. Эксперименты показали, что рост НС карбида кремния носит массового характера по всей поверхности подложки для всех условиях синтеза. Из результатов СЭМ исследования также можно наблюдать, что с изменением соотношений концентрации C_2H_2:Ar образуются НС карбида кремния с различной морфологии.

Заключение

В ходе исследований были проведены пробные эксперименты по синтезу наноструктур SiC методом ВЧМР.

Исследования методом сканирующей электронной микроскопии показали, что образовавшиеся НС карбида кремния имеют достаточно большим разбросом диаметра от нескольких десятков до нескольких сотен нанометра и шероховатую поверхность. Эксперименты показали, что рост НС карбида кремния носит массового характера по всей поверхности подложки для всех условиях синтеза. Из результатов СЭМ исследования также можно наблюдать, что с изменением соотношений концентрации C_2H_2:Ar образуются НС карбида кремния с различной морфологии.

Дальнейшие исследования будут направлены на определение оптимальных сочетаний технологических параметров синтеза, с целью получения необходимых НС карбида кремния.

Для более детального анализа структуры полученных НС необходимо провести дополнительные исследования методами КРС, просвечивающей электронной микроскопии и дифракции электронов, а также рентгеноструктурного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jeon I. K. , Qudoos A., Jakhrani S. H., Kim H. G. , Ryou J. S. Investigation of sulfuric acid attack upon cement mortars containing silicon carbide powder // Powder Technology. – 2020. – V. 359. – P. 181-189.

[2]. Alkhaldi N. D, Barman S. K., Huda M. N. Crystal structures and the electronic properties of silicon-rich silicon carbide materials by first principle calculations // Heliyon. – 2019. – V. 5. – №. 11

[3] Ponraj J. S. et al. SiC nanostructures toward biomedical applications and its future challenges // Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences. – 2016. – V. 41. – №. 5. – P. 430-446.

[4] Wang Y. et al. Openmouthed β-SiC hollow-sphere with highly photocatalytic activity for reduction of CO_2 with H_2O // Applied Catalysis B: Environmental. – 2017. – V. 206. – P. 158-167.

[5] Hu J. et al. High-efficiency, synergistic ZnO-coated SiC photocatalytic filter with antibacterial properties // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2016. – V. 55. – №. 23. – P. 6661-6670.

[6] Wang B. et al. Mesoporous silicon carbide nanofibers with in situ embedded carbon for co-catalyst free photocatalytic hydrogen production // Nano Research. – 2016. – V. 9. – №. 3. – P. 886-898.

[7] Guglya A. et al. Layers of Nanocrystalline SiC as a New Type of Solid-State Hydrogen Storage // Journal of Nanotechnology. – 2018. – V. 2018.

[8] Singh R. S., Solanki A. Hydrogen adsorption in metal-decorated silicon carbide nanotubes // Chemical Physics Letters. – 2016. – V. 660. – P. 155-159.

[9] Yu X. B., Tang Z. W., Sun D. L., Ouyang L. Z., Zhu M. Recent advances and remaining challenges of nanostructured materials for hydrogen storage applications // Progress in Materials Science. – 2017. – V. 88. – P. 1–48

[10] Saravanan S., Inokawa H., Tomoshige R., Raghukandan K. Microstructural characterization of silicon carbide reinforceddissimilar grade aluminium explosive clads // Defence Technology. – 2019.

[11] Ezdin B. S, Yatsenko D. A., Kalyada V. V., Ichshenko A. B., Zarvin A. E., Nikiforov A. A. Pyrolysis of a mixture of monosilane and alkanes in a compression reactor to produce nanodispersed silicon carbide // Chemical Engineering Journal. – 2020. – V. 381. – №. 122642.

[12] Liu B., Yu Y., Tang X., Gao B. Influence of silicon melt convection on interface instability in large-size silicon carbide solution growth // Journal of Crystal Growth. – 2019. – V. 527. – №. 125247.

[13] Saravanan S., Inokawa H., Tomoshige R., Raghukandan K. Effect of silicon carbide particles in microstructure and mechanical properties of dissimilar aluminium explosive cladding// Journal of Manufacturing Processes – 2019. – V. 47. – P. 32-40.

[14] Taylor A., Klimsa L., Kopecek J., Remes Z., Vronka M., Ctvrtlík R., Tomastík J., Mortet V. Synthesis and properties of diamond - silicon carbide composite layers // Journal of Alloys and Compounds – 2019. – № 800. – P. 327-333.

[15] Wahl L., Lorenz M., Biggemann J., Travitzky N. Robocasting of reaction bonded silicon carbide structures // Journal of the European Ceramic Society – 2019. – № 39. – P. 4520-4526.

Суюндыкова Г.С., Кенжегулов А.К., Оспанали А.Т., Медянова Б.С., Партизан Г., Алиев Б.А.

Жоғары жиілікті магнетронды тозаңдату әдісімен алынған sic наноқұрылымдарын сэм зерттеу

Түйіндеме. Мақала сканерлеуші электронды микроскоп әдісімен алынған SiC наноқұрылымдарының нәтижелерін көрсетеді. Үлгілер жоғары жиілікті магнетронды тозаңдату әдісімен алынған. Төсеніш ретінде бетіне катализатордың жұқа қабаты отырғызылған жылтырлатылған монокристалды және кеуекті кремний пластиналары қолданылды.

Сканерлеуші электронды микроскоппен зерттеу құрылған кремний карбиді наноқұрылымдары бірнеше оннан бірнеше жүздеген нанометрге дейінгі диаметрдің жеткілікті үлкен диапазонына және кедір-бүдір бетке ие екенін көрсетті. Зерттеулер кремний карбиді наноқұрылымдарының өсуі барлық синтез жағдайлары үшін төсеніштің бүкіл бетінде массивтік сипатқа ие. СЭМ зерттеу нәтижелерінен C_2H_2:Ar концентрациясының өзгеруімен кремний карбиді наноқұрылымы түрлі морфологиямен түзілетінін бақылауға болады.

Түйін сөздер: кремний карбиді наноқұрылымы, жоғары жиілікті магнетронды тозаңдату, микротолқынды плазма, сканерлеуші электронды микроскопия.

УДК 006.065.3

B.Zh. Bektibai, G.B. Zhuman, U.Zh. Zhexen
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan.
e-mail: gauhar.zhuman@gmail.com)

IMPLEMENTATION OF MEASURES BASED ON THE ENERGY MANAGEMENT STANDARD IN ENTERPRISES IN ORDER TO SAVE MONEY

Abstract. In this article presents various activities that can be included in institutions based on the ISO 50001 energy management standard. Currently, economical use of renewable energy sources and efficient waste management is a pressing issue around the world. Analyzing the work of enterprises that have implemented energy management standards and foreign countries, we have proposed a unique method of financial reduction of energy costs, which can be used for production of any volumes and types.

The article contains a list of advanced energy saving works that are necessary for any institution. Implementation of the energy management system in institutions that have received the ISO 50001 certificate of compliance will first of all have a significant financial effect, increase their market competitiveness in comparison with other institutions, and form their status.

Enterprises and institutions of all types are located on the basis of the research object. Control works were carried out on the technical work of the institution, and on the actions of employees.

Keywords: energy management, energy saving methods, standardization in the field of energy, electric lamps, warranty period.

Б. Ж. Бектібай, Г.Б. Жуман, Ұ.Ж. Жексен
(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
Алматы қ., Қазақстан Республикасы. e-mail: gauhar.zhuman@gmail.com)

ҚАРАЖАТ ҮНЕМДЕУ МАҚСАТЫНДА МЕКЕМЕЛЕРГЕ ЭНЕРГОМЕНДЖМЕНТ СТАНДАРТЫ НЕГІЗІНДЕ ІС-ШАРАЛАР ЕНГІЗУ

Андатпа. Бұл мақалада ISO 50001 энергоменеджменті стандарты негізінде мекемелерге енгізуге болатын түрлі іс-шаралар келтірілген. Қазіргі таңда дүние жүзі бойынша сарқылатын энергия көздерін үнемді пайдалу әрі қалдықтарды тиімді басқару өзекті мәселе болып отыр. Шет елдік және энергоменеджмент стандарттарын енгізген мекемелердің жұмыстарына анализ жасай отырып, кез-келген көлемдегі және типтегі өндіріс орындарына қолдануға болатын, энергияға кеткен шығындарды қаржылық жағынан азайтудың өзіндік әдісін ұсындық.

Мақала кез-келген мекемеге қажет болатын энергия үнемдеудің алдыңғы қатарлы жұмыстар тізбесін қамтиды. Энергоменеджмент жүйесін мекемелерге енгізіп, ISO 50001 сәйкестік сертификатын алған мекеме алдымен қаржылай жағынан айтарлықтай тиімділік көріп, басқа мекемелер алдында нарықта бәсекеге қабілеттілігін арттырып, өз статусын қалыптастырады.

Зерттеу объектісі негізінде барлық типтегі өндіріс орындары мен мекемелер алынып отыр. Бақылау жұмыстары мекеменің техникалық жұмыстарына, қызметкерлердің іс-әрекеттеріне жүргізілді.

Кілт сөздер: энергоменеджмент, энергия үнемдеу әдістері, энергетика саласындағы стандартизация, электр шамдары, кепілдік мерзімі.

Мекемеде энергоменеджментті қолдану – бұл қазіргі өндірісті жаңғыртумен және энергия үнемдеу саласындағы ең үздік әлемдік тәжірибені пайдалану негізінде басқарумен байланысты инновациялық шешім. Энергия менеджменті саласындағы халықаралық, өңірлік, ұлттық және кәсіби стандарттарды әзірлеу және енгізу жетекші әлемдік мемлекеттер қызметінің басым бағыттарының бірі болып табылады.

Басқару ғылымының қазіргі заманғы ұғымдарына сәйкес энергетикалық менеджмент энергетикалық тиімділікті жақсарту жолымен шығындарды азайту мақсатында кез келген басқа өндірістік ресурс ретінде энергияны басқару болып табылады. Энергетикалық менеджментте энергия тиімділігі мәселелері энергиямен жабдықтау мен энергия үнемдеудің техникалық аспектілері тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар ұйымдастырушылық, уәждемелік, ақпараттық, маркетингтік және инвестициялық аспектілер тұрғысынан да қарастырылады [1].

Энергоменеджмент (ISO 50001) бойынша жасалған стандарттардың негізгі мақсаты – энергия тиімділігін ұйымдардың ағымдағы басқару практикасына ықпалдастыру, кәсіпорындағы энергоменеджментке жүйелі іске асыру және нақты басқару нәтижелеріне қол жеткізу, ал олардың ішіндегі ең бастысы – энергия ресурстарын үнемдеу.

Энергия тиімділігі деп энергетикалық ресурстарды тиімді (ұтымды) пайдалану – техника мен технологияны дамытудың қазіргі деңгейлерінде отын-энергетикалық ресурстарды пайдаланудың экономикалық ақталған тиімділігіне қол жеткізу, қоршаған ортаны қорғауға қойылатын талаптарды сақтау деп түсіндіріледі [2].

Бүгінгі таңда бүкіл әлемде белсенді талқыланатын энергия тиімділігі мен энергия үнемдеу мәселелері мамандарды халықаралық, сондай-ақ өңірлік, ұлттық мәртебенің энергия менеджменті саласындағы стандарттарды тезірек әзірлеу туралы ойлануға мәжбүр етті. Энергоменеджмент басқарудың жаңа жүйесі ретінде XX ғасырдың 80-ші жылдарында жалпы әлемдік энергетикалық дағдарыс аясында Батыс Еуропа, АҚШ және Жапония елдерінде пайда болды. 2008 жылы 157 мүше елдерді біріктіретін стандарттау жөніндегі халықаралық ұйым (ISO) ұйымдарды тиісті құралдармен және энергия менеджменті жөніндегі басшылықпен қамтамасыз ету үшін ISO 50001 жаңа халықаралық стандартын (энергия менеджменті жүйесі-пайдалану жөніндегі басшылықпен қойылатын талаптар) әзірлеуді бастады [3].

Осы мақсатты орындау үшін ИСО/ТК 242 "Энергоменеджмент" жаңа техникалық комитеті құрылды, оны Эдвин Пиньеро − АҚШ өкілі басқарды. Комитет ISO 50001: 2011 стандартын әзірлеп, бекітті және 2011 жылдың басында оны әлемдік қоғамдастық қабылдады. Эдвин Пиньеронің айтуынша, жаңа стандарт шын мәнінде жаһандық мәнге ие болады, өйткені оның әсері әлемдік энергия тұтынудың 60% - ына дейін әсер етуі мүмкін және "ISO 50001 стандартын қолдану энергия жеткізушілер мен тұтынушылардың барлық түрлері арасында әлемдік өзара түсіністікке әкеледі деген үміт бар" [4].

EN 16001 және ISO 50001 стандарттары ұйымдарға энергия тұтынудың маңызды аспектілеріне қатысты заңдар мен ақпараттың талаптарын ескеретін саясат пен мақсаттарды қалыптастыруға мүмкіндік беретін энергетикалық менеджмент жүйесіне қойылатын талаптарды анықтайды. Бұл стандарттар географиялық, мәдени және қоғамдық жағдайларға қарамастан, кез келген түрдегі және көлемдегі мекемелерге арналған.

Энергияны пайдалануды басқару құжаттарын қолданыста жүрген американдық ANSI/ MSE 2000:2008 «A Management System for Energy» стандартымен әзірлеу қарастырылған, мекемедегі сапаны басқару (Quality Manual) құжаттарының жасалуы сияқты, ол сапа менеджменті жүйесі стандартына (ISO 9000) ұқсас әзірленеді. Мұндай құжаттардың сипаты әдетте – әдістемелік және анықтамалық болады. Энерияны пайдалануды басқару құжаттары – энергия менеджменті жүйесін енгізуге және одан әрі оның жұмыс істеуіне, сондай-ақ оның аудитіне (ішкі және сыртқы) қатысатын тұлғалардың жүгінуіне арналған [5].

Энергоменеджмент жүйесінің құрылымы (EN 16001:2009 / ISO 50001:2011) келесі түрде ұсынылуы мүмкін: энергия менеджменті жүйесі бір-бірімен өзара байланысқан мақсаттарға, процестер мен рәсімдерге негізделетін және осы мақсаттарға қол жеткізуге мүмкіндік беретін ұйымның өзара іс-қимыл жасайтын элементтерінің жиынтығын құрайды.

Энергия менеджменті жүйесін құру жөніндегі жобаның қисынды аяқталуы оның EN 16001 / ISO 50001 стандарттарына сәйкестігін сертификаттау болып табылады, бұл ұйым үшін мынадай тиімді артықшылықтарды қамтамасыз етеді:

- Практикалық менеджментке энергия тиімділігінің интеграциясы;
- Энергия үнемдейтін ресурстарды жақсы пайдалану мүмкіндігі;

- Бенчмаркинг, өлшеу, құжаттау және энергия жақсартулары бойынша есептілік;
- Энергоменеджмент бойынша үздік тәжірибе және энергоменеджмент бойынша лайықты қалыптасқан іс-әрекеттер желісі;
- Жаңа энергия тиімді технологияларды енгізуді бағалау және приоритизациялау [6].

Энергоменеджмент жүйесін сапалы әзірлеген және жолға қойған кәсіпорын:
- энергия тиімділігі мен энергия параметрлерін үздіксіз жақсартуға жүйелі көзқарас қалыптастыру;
- өндірістік циклді жақсарту;
- энергия үнемдеу бойынша тиімді іс-шараларды уақтылы өткізу;
- осы іс-шаралардан қаржылық пайда түрінде қайтарым алу;
- энергия шығындарын тиімді басқару;
- ұйымдардың күнделікті қызметінде әртүрлі заңнамалық, реттеуші, келісімшарттық және өзге де талаптар мен міндеттемелерді енгізу және қолдану [7].

Мекемеде энергия үнемдеуге байланысты жасалатын шаралар.

Экономикалық жағынан тиімді нәтижие алу үшін мекемелерге мынандай шаралар жасалуы тиіс:
- электр энергиясының факт бойынша тұтынылуына тексеру жүргізілетін энергия аудитін ұйымдастыру;
- тұтынылатын энергия ресурстарының қосымша есебін жүргізу;
- электрлі жабдықтарға техникалық қызмет көрсету деңгейін дамыту бойынша жұмыстар жүргізу;
- электр энергиясын аз тұтынуды талап ететін технологиялық жұмыстарды жетілдіру;
- электрлі жабдықтарды энергияны көп қажетсінетін жабдықтарға ауыстыру, процеске жетілдірілген технологияларды енгізу.

Мұндай жұмыс тізбесі заңнамада белгіленген және аталған іс-шараларды өткізу үшін капитал салымдарының өсіміне және кезеңіне сәйкес жүргізіледі.

Кәсіпорынның энергия үнемдеуіндегі электр энергиясының сандық тұтынуын тексеру осы кәсіпорынның энергия сыйымдылығы туралы мәліметтерді алу үшін ұйымдастырылуы қажет жұмыстарды анықтау үшін жүргізіледі.

Әдетте мұндай жұмыстарды орындау шамамен 10% электр энергиясын үнемдеуге мүмкіндік береді [8].

Энергиямен жабдықтаудың жетілдірілген жүйелерін пайдалану кезінде электр энергиясын үнемдеудің негізгі әдістері:

1) Кәсіпорынды техникалық ұйымдастыру бойынша арнайы шаралар өткізу;
2) Осы энергия үнемдеу бағдарламасын қамтамасыз ету жөніндегі қаржылық ахуалды егжей-тегжейлі қарау;
3) Қолданыстағы энергия көздерінің параметрлері ескерілетін электрмен жабдықтау бойынша ұтымды схемаларды әзірлеу;
4) Кәсіпорынды энергиямен жабдықтау бойынша қондырғыларды автоматтандыруды жүргізу;
5) Қысымдағы, ылғалдылықтағы, температурадағы кез келген өзгерістер өндірілетін өнімнің сапасына әсер ететінін және электр энергиясын жоғары тұтынуға әкелуі мүмкін екенін ескере отырып, энергожабдықтау бойынша ресурстар параметрлерінің өзгеруін бақылау [9].

Қызметкерлердің осы бағдарламаға қатысуға қаржылық мүдделілігіне ерекше көңіл бөліп, персоналды энергия үнемдеу жөніндегі бағдарламаның шарттарын орындағаны үшін ақшалай сыйақымен қамтамасыз ету қажет. Себебі, мұндай бағдарламаны жүргізудің мақсаты электр энергиясын үнемдеуден басқа, оны жаңғырту және энергияны пайдалануды жетілдіру болып табылады.

Өнеркәсіпте энергияны үнемдеудің көптеген тәсілдерін қолдануға болады. Энергия мен ақша – бұл энергия үнемдеу жолындағы екі маңызды мотивация. Егер энергияға қол жеткізу лимиті болса, онда бұл үнемдеудің қосымша шарты болар еді.

Кәсіпорында электр энергиясын үнемдеу бойынша жасалатын іс-шаралар.

Жарықтандыру және электрлі жабдықтардың жұмысын қамтамасыз ету – энергия шығынын ең көп жұмсайтын бағыт. Жылыту, сумен жабдықтау және кондиционерлеу жарықтандыру жүйесі қамтамасыз етілгеннен кейін ғана жүргізіледі.

Сондықтан, біз электр шамдарын пайдалануды азайту және оларды таңдай білу мен электр шамдарының жұмысын басқару арқылы энергияны үнемдеуді бастауды ұсынамыз. Бұл арнайы өндірістік шамдарын дұрыс таңдау және өндірістік электр құралдардың жұмыс процесін оңтайландыру арқылы қол жеткізіледі. Осы бағыттарда шаралар әзірлеп, оларды қабылдау – энергия ресурстарын үнемдеуге өз әсерін береді.

Барлық тұтыну көздерін — жылыту, жарықтандыру, сумен жабдықтау жүйелеріне қатысты кешенді үнемдеу үлкен нәтижиесін береді!

Жылыту жүйесіне үнемдеп, жарықтандыру жүйесінде еш шара жасамай қоюға да болмайды. Мұндай жартылай жасалған іс-шаралар үнемдеу әсерін айтарлықтай төмендетеді, яғни сізге қажетті оңтайландыру әсерін бермейді. Бұл жерде кешенді әрекет ету керек.

Көптеген ғимараттар мен үй-жайлар энергия үнемдеу бойынша қазіргі заманғы талаптарға жауап бермейді. Сондықтан қосымша энергия үнемдейтін шыны пакеттер, жылытқыштар, желдеткіш орнату қажет болады.

Электр энергиясын үнемдеу тәсілдері

Электр энергиясын үнемдеу жөніндегі іс-шаралар кешенді сипатта болуы тиіс. Қабылданған шаралардың тиімділігі сіз жүргізген кәсіпорынның энергия аудитінің сапасына және өндірісте электр энергиясын үнемдеу мәселелері бойынша энергия аудиторлардың нұсқамаларын мұқият орындауға байланысты.

Мекемедегі энергия үнемдеу шараларын үш деңгейге бөліп қарастырса болады. Соларға тоқтала кетсек.

1. Электр тоғын пайдалануға бағытталған үнемдеу шаралары.

- бөлмелердің қабырғаларын ашық түске бояу. Бұл жарықтану деңгейін арттыруға қызмет етеді. Шамамен 5-15% электр энергиясын үнемдеуге болады;

- терезеден түсетін жарықтың перделермен немесе өзге де заттармен ажыратылуына және шашырауына жол бермеу. 1-5% үнемділікті көрсетеді;

- жарық көздерінің тазалығын сақтау өте маңызды: терезелер, жарықтандыру құралдары міндетті түрде тазаланып тұруы тиіс және жарықты жақсы өткізу керек. 3% үнемділікті көрсетеді;

- шамдардағы тозған және энергияны көп шығындайтын электр шамдарын энергия үнемдейтін шамдарға ауыстыру, осы тұста жарықдиодты шамдар неғұрлым үнемді болады. Электр энергиясын тұтыну сегментіндегі жарықтандыруға 50% үнем болады;

- жарықтандырудың жұмыс режимін бақылау. Жарық көзін қажетінше қосу, түнгі уақытта және жұмыс істемейтін уақытта олардың қосылып қалуын болдырмау. 5% - дан бастап үнемділікті көрсетеді.

2. Энергия үнемдеудің озық тәсілдері.

- өндірістік құрал-жабдықпен және компьютерлік техникамен электр энергиясын тұтыну үшін жауапты болатын қызметкерді тағайындау;

- кәсіпорын қызметкерлерін жабдықтармен және компьютерлік техникамен дұрыс жұмыс істеуге үйрету. Дербес компьютерді үнемі қосу және өшірудің қажеті жоқ (ол сағатына 400 Вт артық емес тұтынады). Әдетте, қазіргі заманғы компьютерлік техника қазіргі заманғы импульстік қорек блогымен жабдықталған, онда электр қуатын тұтыну өте аз. Ұйқы режимі – қызметкердің қысқа мерзімге компьютерді тастап кеткен кезі үшін тиімді шешім. Принтерлерге, сканерлерге және басқа да техникаға қатысты - олармен жұмыс істемегенде оларды өшіру қажет.

- ескі электр жабдықтарын, аудио-бейне аппаратураларды, жабдықтың күштік бөліктерін қазіргі және үнемді электр техникасына жоспарлы түрде ауыстыру;

- жылыту жүйесін оңтайландыру және бөлмелерді жылыту үшін қосымша қолданылған, көзделмеген электрлі жылыту аспаптарын ажырату [10].

3. Жоғары технологиялық тәсілдер.

- 1,0 дәлдіктегі электр энергиясын есептеу аспаптарын орнату;

- жоғары тиімділікті әр түрлі датчиктерді орнату: қозғалыс пен уақыт датчиктері. Жарықтандыру шамдарының керек емес жұмысын қысқарту есебінен электр энергиясына жұмсалатын шығындарды 30% - дан үнемдеуге мүмкіндік береді;

- электр қозғалтқыштарын басқару үшін жиіліктік-реттелетін жетектерді орнату арқылы өндірістік жабдықтың жұмысын оңтайландыру есебінен электр тұтынуды төмендету. Бұл шара жұмыс параметрлерін орнатуға және жабдықтың жұмыс режимін реттеуге, жұмыс процесін оңтайландыруға тиімді болып келеді. Тиімділігі – электрқозғалтқыштардың жұмысына жұмсалатын электр энергиясының 20% - дан бастап үнемділігін әкеледі;

- электр жабдықтарын бірқалыпты іске қосу үшін сапалы құрылғыларды орнату. Электр қозғалтқыштарының қызып кету және сыну ықтималдығын төмендету үшін қажет [11].

Жоғарыдағы келтірілген мәліметтерге байланысты, мекемелерге жүргізуге болатын техникалық іс-шаралардың ішіндегі, кез-келген мекеменің жұмыс процесіне арналған электр шамдарының жұмысын басқару кестесін құрастырдық (1-кесте):

Кесте 1. **Электр шамдарының жұмысын басқару кестесі.**

№	Электр шамының атауы, Өндіруші	Сипаттамасы			Бағасы, тг	Сатып алған уақыты	Орнат қан уақыты	Кепілдік мерзімі	Істен шыққан электр шамдары		Бір партиядағы саны	Тексеріс күндері		
		Вт, В ,Лм саны	Жарық беру түсі	Қызмет мерзімі, сағ					Істен шыққан уақыты	саны		күндер	күндер	күндер
1	Лампа LED PHILIPS Bulb 6W E27 6500K, PHILIPS	6 Вт, 240 В, 560 Лм	сұық	15000	790	Күні, айы, жылы	Күні, айы,тжылы	Күні, айы, жылы	күні айы жылы	цифр	цифр	Тексерушінің қолы	Тексерушінің қолы	Тексерушінің қолы

1-кестеде мысал ретінде PHILIPS компаниясының жарықдиодты электр шамын көрсеттік.

Алдымен электр шамдарын сатып алмас бұрын, олардың түрін таңдау қажет. Ең тиімдісі - жарықдиодты электр шамдары. Сапалы түрін таңдаған жағдайда энергияға үнемді, адамға зиянын тігізбейді, кепілдік мерзімі де ұзақ, әр түрлі механикалық соққыларға төтеп бере алады, төмен және жоғары температураларға (-60^0C тан $+60^0$C) төзімді және кернеуді таңдамайды, яғни оларға арнап арнайы резисторлар орнату қажет емес. Сонымен қатар, осы жерде оның жарық беру түсін де таңдап алу қажет, температураға байланысты оның түсі де басқаша болады. Дұрыс таңдалмаған түс адамның көру қабілетіне зиянын тигізуі мүмкін. Орнататын бөлмеге байланысты жарық беру диапазондарына бөлінеді. Бұл өте маңызды, себебі бөлмеге артық орнатылған электр шамы – артық қаражат. Оны Лм (Люменмен) өлшейді. Жарықты көп қажет ететін бөлмелерге 1 м^2 үшін 20 Вт қажет немесе 200-230 Лм керек, электр шамдарын сатып аларда сипаттамаларына аса назар аудару қажет, міндетті түрде Вт және Лм көрсетіліп тұруы тиіс. Керекті электр шамдарын таңдағаннан кейін, міндетті түрде кепілдеме қағазын алу керек. Орнату кезінде, құжаттама жүргізу қажет. Арнайы кесте бойынша (1-кесте), бір мезгілде барлық шамдарды орнатып, кесте бойынша тексеру жұмыстарып үздіксіз орындап отыру керек. Істен шыққан электр шамдары болса, оларды қайта сатып алмай кепілдеме қағазы арқылы өндірушіден жаңасына ауыстырып алып, осы арқылы қаражатты үнемдей аламыз. Көптеген мекемелер осы жағдайға салғырт қарайды, егерде құжаттама жүргізетін болсақ, біраз қаражатты үнемдеп қалуға болады. Яғни, энергияға кеткен қаражаттан үнемділік көреміз [12].

Жоғарыда келтірілген іс-шаралар тізбесі энергия үнемдеу жолында толыққанды жұмыс болып табылмайды. Мамандардың анықтауы бойынша, энергия үнемдеу – энергия тиімділігін арттыру және энергия пайдалану шығындарын қысқарту мүмкіндіктерін іздестіру жұмыстары зияткерлі (интеллектуалды) белсенділік болып табылады.

Қойылған міндеттерді дұрыс және уақтылы шешу энергия үнемдеу мәселесін шешуде елеулі көмек көрсетеді. Бұдан басқа, энергия үнемдеу проблемаларын шешумен айналысатын жетекші ұйымдар мен құзыретті мамандардың өзара тығыз іс-қимылын қамтамасыз ету қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Столетов А. Г., Столетов Н. Г. Энергетический менеджмент [Электронный ресурс]: учебное пособие. – А.Г.Столетов, Н.Г.Столетов. – Электронные данные. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2014. – 85 с. 1 эл. опт. диск (CD- ROM).

[2] Давыдянц Д.Е., Жидков В.Е., Зубова Л.В. К определению понятий «энергосбережение» и «энергоэффективность» // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-6. С. 1294–1296.

[3] Хохлявин О.А. ISO 50001 – системный подход к энергоменеджменту //Энергоаудит. 2009. №3/11.С.36-39.

[4] Пиньеро Э. Будущий стандарт ISO 50001 на системе энергетического менеджмента // Мир стандартов. 2009. №9(40). С.66-67.

[5] Хохлявин С. ISO 50001 и другие стандарты – главный инструмент при реализации энергоменеджмента // Энергоаудит. 2011. №1(17). С. 42-47.

[6] Хвостунова О. Банк сберегательных идей. //Деньги. - №38 (745) от 28.09.2009 г.

[7] Воробьев А.А., Хохлявин С.А. ISO 50001 – глобальный стандарт в области энергоменеджмента. // Методы менеджмента качества. – 2010. – № 8. – С. 34–38.

[8] Лялин А.М., Пфайфер Н.В. Внедрение системы энергоменеджмента в организации на основае стандарта ИСО 50001 // Вестник Университета. – 2014. - № 14. – С. 234 – 242.

[9] Энергосбережение на предприятии [электронный ресурс] https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/ehnergosberezhenie-na-predpriyatii/дата обращения: 20.12.2019 г.

[10] Стружков П.В. Способы экономии электроэнергии на производстве и повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции //Энергосовет //2013 г

[11] Бессчастнов А.А., Воробьев А.А. Энергосбережение необходимый элемент бережливого производства//Техника железных дорог. – 2010. – №3. – С. 54-60.

[12] Бектібай Б.Ж., Жуман Г.Б. Өнім кепілдігі табыс көзі // V Международная научно-практическая конференция «Менеджмент качества: поиск и решения» (г. Сан-Франциско, Калифорния, США, 27-29 нояб. 2019). Сан-Франциско: Изд-во Quality Management: Search and Solutions, 2019. С. 290-296.

Бектібай Б. Ж., Жуман Г.Б., Жексен У.Ж

Внедрение мероприятий на основе стандарта энергоменеджмента на предприятиях с целью экономии средств

Резюме. В статье представлены различные виды мероприятий, которые можно включить в учреждения на основе стандарта энергоменеджмента ISO 50001. В настоящее время по всему миру актуальной проблемой является экономное использование возобновляемых источников энергии и эффективное управление отходами. Анализируя работу предприятий, внедривших стандарты энергоменеджмента и зарубежных стран, мы предложили своеобразный метод для снижения финансовых затрат на энергию, который можно использовать в производствах любых объемов и типов.

Статья содержит перечень передовых работ по энергосбережению, которые необходимы любому учреждению. Внедрив систему энергоменеджмента в предприятия и получив сертификат соответствия ISO 50001, прежде всего компания получит значительный финансовый эффект, будет конкурентоспособным на рынке и формирует свой статус.

На основе объекта исследования находятся предприятия и учреждения всех типов. Контрольные работы проводились на техническую работу учреждения и на действия сотрудников.

Ключевые слова: энергоменеджмент, методы энергосбережения, стандартизация в области энергетики, электрические лампы, гарантийный срок.

УДК 620.93

T. Glushchenko[1], T. Bedych[2], M. Fyodorova[1]

([1]Kostanay State University named after A. Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan

[2]Kostanay Engineering and Economic University named after Myrzhakypa Dulatova, Kostanay, Kazakhstan. tatyana194@inbox.ru)

THE SIMULATION MODEL OF ELECTRICAL POWER SYSTEMS

Abstract. The proposed methodological approach and the developed simulation models for the development of energy systems make it possible to link areas of effective solutions at the levels of the territorial hierarchy of electric power systems, as a result of which it becomes possible to assess more accurately the effectiveness of integration processes in regional energy systems under the conditions of uncertainty and multi-criteria.

Key words: simulation model, forecasting, energy, power systems, approximation

1. INTRODUCTION

The need to develop methodology and tools for system research is most acutely felt in the new conditions of socio-economic development, in connection with the introduction of new tools and mechanisms for energy

management. The changes that are taking place require a significant change in the technology and methods of forecasting energy development. At the same time, methods and models that met the concept of strict centralized management of the country's fuel and energy complex are largely devalued. In the conditions of economic independence and the formation of new organizational forms in the energy sector, the role of the regional level in the management of energy development changes qualitatively. In addition, problems arise to justify the effectiveness of integration links at the levels of the territorial hierarchy of energy systems and, above all, electric power systems (EPS).

In these conditions, the vulnerability of traditional methods of optimizing the development of the electric power industry is shown. The tasks of forecasting the development of regional EES, taking into account uncertainty and multi-criteria, are described by models in which the number of variables often reaches many hundreds or thousands. At the same time, research based on the use of traditional methods of mathematical programming and computational tools is very time-consuming. All this together encourages the creation of a system research tool based on the principles of simulation modeling, which provide for simulation experiments on optimization models of the development of the EPS using special methods of approximation of indicators that describe the set of obtained solutions.

2. METHODS

When predicting the development of electric power systems, you can identify (three interrelated hierarchical levels of formation and development of the EPS:

- territorial;
- regional;
- the country as a whole.

The levels considered differ significantly in the degree of aggregation of power industry indicators. At the first level, as a rule, the controlled variables are the indicators of the energy objects themselves: 1) capacity; 2) the volume of electricity production for given power plants; 3) throughput capability; 4) parameters of operating modes of electric connections, etc. This is due to the selection of the composition and parameters of electric power objects carried out at this stage.

At the second level of the hierarchy, "emphasis" is placed on ensuring a rational structure of electric power facilities. In some cases, specific objects of inter-territorial (regional) significance can also be considered. The latter finds a corresponding restriction in the choice of the composition of managed variables. At this level, instead of individual electric power objects, there are structural aggregation groups by types of power equipment, operating modes, types of fuel, etc. At the same time, the main managed variables will be the indicators of integration relations-first of all, the exchange flows of energy power between territorial EPS.

The third level differs from the second only in the degree of aggregation of electric power facilities, since in this case the main subject of optimization is interregional energy links.

General principles and tools for developing balance-optimization models for the development of EPS are discussed in numerous papers [1-4].

3. RESULTS

The methodological approach based on the principles of simulation is proposed to link the results of optimization calculations on the selected levels of the territorial hierarchy of the EPS [3, 4].

The subject matter of this approach is to obtain aggregated simulation models that summarize the results of calculations on the levels of the territorial and production hierarchy of the EPS. The developed models are intended for use in the study of the structure of the EPS, as well as integration processes in systems of different ranks. Methodically, ways to connect models of the first and second levels the most difficult. This is due to the qualitative leap associated with the transition from models with variables for electric power objects (object form) to aggregated models with structural variables (structural form) that meet the tasks of the second hierarchical level.

Therefore, when creating optimization models of the first level, it is envisaged to set variables in the so-called "object-structural" form, which allows obtaining aggregate characteristics for the district electric power system (DEPS) as a whole based on the optimization of variables related to specific energy objects. In other words, in the process of aggregating DEPS indicators, it is necessary to move from the indicators of the spatial structure model to the indicators of the single-node model.

The formation of indicators for the development of the region's electric power industry (endogenous variables) should include conditionally continuous variables designed to describe the main volume indicators of the industry's development. At the same time, at the regional level, it is usually possible to neglect the discreteness of standard sizes of electric power facilities. Regression analysis is used to build models of indicators that characterize costs. In some cases, a combination of regression and factor analysis methods may be useful if strong correlations are found between the components of the external conditions vector [6, 7].

The following methodological approach based on this was developed for constructing aggregated models of electric power development indicators, including the following stages:

- determination of the composition of the simulated output parameters of the control parameters of the EPS (endogenous variables);
- formation of the basic optimization electric power model;
- determination of the composition of indicators of external conditions (exogenous variables);
- qualitative assessment of the effects of factors interaction;
- the range of types of regression models to approximate the indicators of development of electric power industry;
- drawing up a plan for simulation experiments;
- formation of training and control samples;
- -performing a series of calculations on the basic optimization electric power model;
- model adequacy check (Fig. 1).

Attention should be paid to the close direct and inverse relationships between the 4,5,6 and 7 stages. The choice of the type of regression model of electric power development indicators (stage 6) is crucial, which should be preceded by a priori analysis of the nature of the influence of the selected factors (exogenous variables) and the interaction between them (stages 4 and 5). The choice of the number of levels of variation of exogenous variables carried out at stage 4 depends on two conditions: the type of model used and the value of the ambiguity intervals of the corresponding indicators. The use of two-level factors can be recommended when considering obviously linear models (first-order polynomials), as well as for relatively small ambiguity intervals (up to 20-30%). If there is a greater degree of ambiguity, it is advisable to introduce a third (intermediate) level of variation in order to be able to use nonlinear models. The use of plans with more than three levels is not justified because of the sharp increase in the sample size and small guarantees for improving the accuracy of approximated models, especially when the basic electric generating models are linear.

The selection of types of approximating regression models should also be preceded by a qualitative analysis of interactions between factors (stage 5).

This is especially true for variables that describe the technical and economic performance of energy facilities. In particular, the power concentration and location of electric power facilities depend to a large extent on a particular combination of electric power, fuel and energy, and environmental conditions. The models presented in the form of regression equations most fully meet this task.

Two types of models can be used in these problems: factorial and polynomial (stage 6). In this case, factor models of main effects (for example, integral costs) include groups of terms that depend on only one factor (variable). With the help of polynomial models, it is possible to work with a larger dimension of the variable space, so they are most preferable.

The choice of model type is directly related to the development of simulation experiment plans (stage 7). For relatively small problem dimensions (with the number of factors up to 6-8), fractional replicas of complete factor experiments with two-level plans can be used to construct first-order factor and polynomial models [6]. A transition to three-level plans is required when using second-order polynomial models.

After planning the experiments, it is possible to determine the spectra of the plans and thus formulate a training sample for determining the program of optimization calculations on the base model (stage 8). At the same time as the training session, you should plan a control sample. In the latter, it is advisable to include two types of plans: intermediate and remote (by distances in the Euclidean space of indicators of external conditions). The first of them are designed to test the interpolation qualities, and the second-to assesses the extrapolation capabilities of the resulting approximation models. In addition, the plans outlined by the expert method are of undoubted interest when forming a control sample.

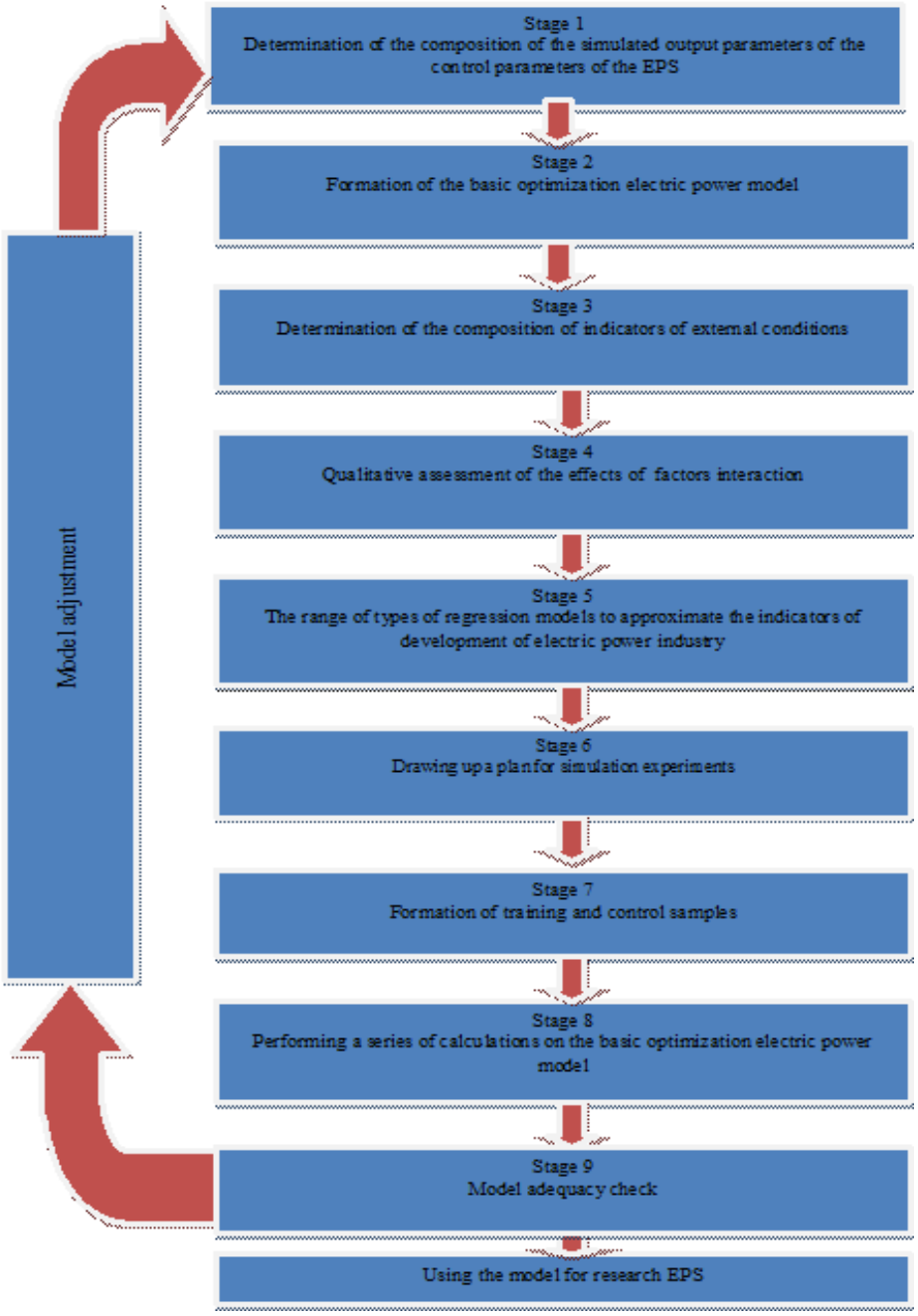


Fig. 1. Power system model

Due to the necessity to perform large series of optimization calculations on the base model (stage 9), it is advisable to use special service programs to facilitate the preparation and correction of initial information, as well as processing the results of calculations on a computer. It is also very useful to group the calculation options according to the indicators of external conditions, which will allow you to choose the most rational sequence of optimization calculations.

The task of the final stage is to build regression models (stage 10). For these purposes, it is necessary to use the regression and correlation analysis apparatus mentioned above [6, 7], which has a developed software implementation. In the course of research, regression models that are acceptable according to the criteria of statistical significance of parameters should be identified, and the most effective models are selected among them.

4 DISCUSSION

The application of the proposed method increases the effectiveness of simulation in predicting the development of the EPS, mainly due to a significant decrease of dimensionality of the variable space, to account the influence of external factors in the uncertainty of future conditions, as well as through

empowerment of the justification of agreed decisions on levels of clusters of the hierarchy of the power system taking into account interests of subjects of the system of energy management.

REFERENCES

[1] Lysiak V.H., Shelekh Yu.L., Sabat M.B. Mathematical model of electrotechnical complex for power supply system. Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 733–743 (in Russian). doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-4-733-743

[2] Sokolovskii A.F. Control of pump modes in an interactive electromechanical automatic control system in parallel operating units. The Journal of Zhytomyr State Technological University, 2016, no. 1, pp. 64–68.

[3] Lozynskyi A.O., Kutsyk A.S., Kinchur O.F. The research of efficiency of the use of neuropredictor in the control system of water-supply pump electric drive // Scientific Bulletin of National Mining University. 2017. N 1. P. 93–99.

[4]Shpiganovich, A.N., Telegin V.V., Energy saving with use of autonomous sources based on alternative energy technologies, Journal higher educational institutions of the Chernozem region. (2015), No. 4 (26), pp. 16-21.

[5] Telegin, V.V., On the issue of experience world in use of renewable energy sources, Proceedings of the V International Conference "Scientific Potential 21st Century". (2011), Vol. 1, P. 178-181.

[6] Telegin, V.V., Kozlov, A.M., Sakalo, V.I. Solid Modeling and Dynamic Analysis of Mechanisms of Press-forging Machines, Procedia Engineering. (2017), P. 1258-1263.

[7] Telegin V.V., Optimization of structure and parameters of autonomous electrogenerating complexes, Fundamental research. (2013). Vol. 8-2. P. 312-317.

[8] Telegin V.V., Computer modeling of efficiency using alternative energy systems, Natural and technical sciences. (2012), No. 5 (61), pp. 309-312.

[9] The certificate № 2012660892 Russian Federation. Certificate of state registration computer program. Alternative Energy Technologies (TAE) / V.V. Telegin; applicant and copyright holder Telegin Valeriy Viktorovich (RU). - №2012660892; claimed. 10/22/12; publ. 30.11.12, Register of Computer Programs

[10] Elokhin V.R., Energy system simulation modeling. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 10, Issue 02, February 2019, pp. 613–619, Article ID: IJMET_10_02_064

[11] Elokhin V.R., Evteev V.K. Simulation method static approximation of production systems. IrKutsk: Publishing House of the Irkutsk State Agricultural Academy, 2009.146 s.

[12] Fedorov V.V. Theory of optimal experiment. M .: Science, 1991. 312 p.3. [13] Hocking R.R. The analysis and selection of variables in linear regression / R.R. Hocking // Biometrica. 1996. V. 32, №2. P. 1–49.

[14] Datsenko V.A., Getmanov V.T. Vyblov A.N. Mathematical Models uring in power supply systems: textbook. allowance. - Tomsk: Publishing at Tomsk Polytechnic University, 2003. - 120 p.

[15] Burulko L.K., Ovcharenko E.V. Mathematical modeling in electrical engineering: textbook. allowance. - Tomsk: Tomsk Polytechnic Publishing House-

University, 2003. - 100 p.

[16] Kurganov S.A. Diagram-algebraic modeling and calculation of neural electrical circuits / S. A. Kurganov, V. V. Filaretov: tutorial. - Ulyanovsk: UlSTU, 2005 .-- 319 p.

[17] Artemov M.A. Mathematical Modeling and Computer experiment / M.A. Artemov, E.N. Korzhov - Voronezh: Voronezh State University, 2001. -64 p

Глущенко Т.И., Бедыч Т.В., Федорова М.Л.

Электр энергетикалық жүйелердің имитациялық моделі

Түйіндеме. Ұсынылған әдістемелік үлгі және энергетика жүйелерін дамытудың әзірленген имитациялық моделдері тиімді шешімдер салаларын электр энергетикалық жүйелердің жергілікті иерархия деңгейлері бойынша байланыстыруға мүмкіндік береді. Осының нәтижесінде аймақтың энергетика жүйелеріндегі белгісіздік және көпкритериялық жағдайларында интеграциялық процестерді нақты бағалауға мүмкіндік туады.

Түйінді сөздер: имитациялық модель, болжамдау, энергетика, электрэнергетикалық жүйелер, аппроксимация.

Глущенко Т.И., Бедыч Т.В., Федорова М.Л.

Имитационная модель электроэнергетических систем

Резюме. Предложенный методический подход и разработанные имитационные модели развития систем энергетики позволяют производить увязку областей эффективных решений по уровням территориальной иерархии электроэнергетических систем, в результате этого появляется возможность проведения более точной оценки эффективности интеграционных процессов в региональных системах энергетики в условиях неопределенности и многокритериальности.

Ключевые слова: имитационная модель, прогнозирование, энергетика, электроэнергетические системы, аппроксимация

УДК 631.311(574)

Y.K. Zhamalov, A.A. Zhumatova, Y.A. Sarsenbayev, S.A. Minazhova
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. **E-mail:** y.zhamalov@stud.satbayev.university)

METHODS FOR CLEANING PHOTOVOLTAIC PANELS

Abstract. There is a significant increase in the use of renewable energy sources in the world, in particular, solar energy, which has great potential for converting energy into useful form in a much cleaner way than fossil fuels.

This article provides a literature review and practical methods for cleaning photovoltaic modules. In the article, several methods for cleaning photovoltaic modules are considered. Brief explanations are given for each cleaning method and their advantages and disadvantages are compared.

Key words: solar energy; solar panels; photovoltaic panels; dust; energy efficiency, cleaning methods.

Е.К. Жамалов, А.А. Жуматова, Е.А Сарсенбаев. С.А. Минажова
(Satbayev University, Алматы, Қазақстан. E-mail: y.zhamalov@stud.satbayev.university)

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

Аннотация. В мире наблюдается значительный рост использования возобновляемых источников энергии, в частности, солнечная энергия, имеет огромный потенциал для преобразования в полезную форму энергии намного более чистым способом, чем ископаемое топливо.

Данная статья, представляет обзор литературы и практичные методы очистки фотоэлектрических модулей. В статье, рассматривается несколько методов очистки фотоэлектрических модулей. Вкратце даются пояснения на каждый метод очистки и сравнивается их недостатки и преимущества.

Ключевые слова: Солнечная энергетика; солнечные батареи; фотоэлектрические панели; загрязнение панелей; пыль; энергоэффективность; методы очистки.

1. Введение

Глобальное потепление считается одной из самых больших проблем, с которыми человечество столкнулось на Земле. Повышение температуры на 2°C может вызвать так много сложных, переплетенных и необратимых проблем, как нехватка воды и стресс, повышение уровня моря, ведущие к постоянному затоплению почти всех прибрежных районов на Земле, исчезновению различных видов животных, увеличению экстремальной температуры и волны тепла, которые могут привести к обитаемости во многих регионах, таких как Персидский залив [1].

Производство энергии с использованием чистых источников и повышение энергоэффективности рассматриваются в качестве ключевых стратегий смягчения последствий для преодоления проблемы глобального потепления. Возобновляемые источники энергии, в частности, солнечная энергия, имеют огромный потенциал для преобразования в полезную форму энергии намного более чистым способом, чем ископаемое топливо.

В связи с этим, внедрение технологий использования возобновляемых источников энергии демонстрирует экспоненциальный рост во всем мире. К 2017 году энергетический сектор добавил 167 гигаватт (ГВт) мощностей возобновляемой энергии во всем мире, что представляет собой стабильно высокие темпы роста в 8,3% по сравнению с предыдущим годом и продолжение предыдущих темпов роста с 2010 года, в среднем 8% в год [2]. Что касается выработки электроэнергии от солнца с использованием фотоэлектрических (PV) технологий, предполагается, что произойдет массовое расширение и использование фотоэлектрических технологий в различных областях применения [3]. Это потребует строгих стандартов, спецификаций и зрелых систем, чтобы извлечь максимальную пользу из этой широко используемой технологии.

Тем не менее, для того, чтобы фотоэлектрическая система работала эффективно и результативно, необходимо учитывать несколько технических параметров и параметров окружающей среды. Основными техническими параметрами, влияющими на функциональность фотоэлектрической системы, являются: свойства материала фотоэлементов, характеристики тока и напряжения (IV) фотоэлектрических модулей, а также эффективность инверторов, контроллеров заряда и остальных компонентов баланса системы (BOS). Также необходимо принять во внимание несколько факторов установки: угол наклона фотоэлектрических модулей, трекинг, длину кабелей и соблюдение соответствующих электрических норм и стандартов. Кроме того, существуют важные параметры

окружающей среды, которые напрямую влияют на производительность фотоэлектрической системы: падающее солнечное излучение, температура воздуха и связанная температура фотоэлектрического модуля во время работы, влажность воздуха, скорость ветра и накопление пыли (загрязнение). Фактически, накопление пыли на поверхности фотоэлектрических модулей представляет собой форму затенения, которая приводит к снижению их выходной мощности, в дополнение к ускорению их деградации в случае оставления их на длительные периоды без надлежащего технического обслуживания и регулярной очистки. Загрязнение фотоэлектрических модулей является одним из наиболее значительных явлений окружающей среды, которые влияют на производительность фотоэлектрических модулей. Можно найти много исследований в литературе, изучающих факторы, которые влияют на накопление частиц пыли на поверхности фотоэлектрических модулей. Кроме того, в некоторой исследовательской работе было продемонстрировано, что в различных исследовательских статьях представлено несколько тематических исследований, в которых были оценены и сопоставлены несколько параметров окружающей среды, оптических и электрических параметров. Однако, хотя все исследования согласуются с тем фактом, что накопление пыли существенно влияет на производительность фотоэлектрических модулей, существуют различия в продемонстрированном проценте потерь электрической производительности и выходной мощности. Это объясняется изменениями в экспериментальных установках и используемом оборудовании, измеренными параметрами, типом электрических характеристик и испытаний (в помещении или на открытом воздухе), изменениями в географических и климатических профилях, где происходит накопление пыли, и демонстрацией результатов [4].

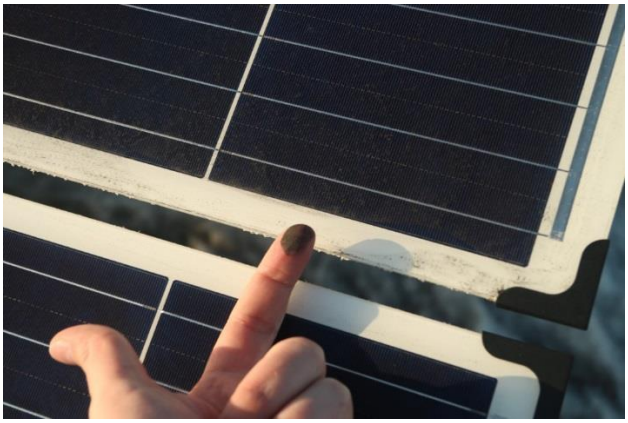


Рис. 1. Загрязненная фотоэлектрическая панель. СЭС «Бурное Солар», 2018 [5].
**Причина загрязнения панелей – ТЭЦ который находится вблизи с «Бурное Солар».*

2. Методы очистки фотоэлектрических панелей

Установки фотоэлектрических панелей становятся все более распространенными во всем мире. Каждый из этих солнечных станции/парков имеет ожидаемый срок службы 20 - 25 лет, и очень важно максимально увеличить потенциал производства электроэнергии во время ежедневного обслуживания. Накопление частиц пыли и мусора на поверхности фотоэлектрических (PV) панелей отрицательно влияет на производительность так же, как в облачный день. Это особенно проблематично в засушливых, пыльных средах. Загрязнение поглощает, рассеивает и отражает часть поступающего солнечного света, уменьшая интенсивность, достигающую активной части солнечного элемента.

На сегодняшний день, известны различные типы методов очистки фотоэлектрических панелей. Каждый из них имеет определенные недостатки и преимущества. В данном разделе приводится краткое объяснение возможных альтернатив очистки.

2.1. Естественная очистка

Дождь, тающий снег и ветер являются естественным видом очистки фотоэлектрических панелей. Данный вид очистки не требует каких-либо финансовых затрат, но является непредсказуемым. Трудно предугадать когда будет, например, дождь, ветер (или другие погодные изменения), а также невозможно вызвать дождь или ветер для очистки загрязненных панелей.



Рис. 2. Фотоэлектрический панель после дождя [6]

2.2. Ручная очистка

Домовладельцы с небольшими солнечными системами могут очистить фотоэлектрические панели в ручную. Основными инструментами ручной очистки являются губки, тряпки, стеклоочистители и пылесосы. Солнечные панели, как и окна, их можно мыть теплой водой и мылом для мытья посуды, чтобы удалить грязь или другие загрязнения.

Для крупномаштабных фотоэлектрических систем, большой расход воды и изменение стоимости ручного труда, а также крайне жаркие погодные условия могут рассматриваться как основные недостатки этого метода.



Рис. 3. Очистка панелей ручным методом [7]

2.3. Автоматическая система очистки

Автоматическая система очистки является наиболее распространенным типом, который включает роботов, автоматизированные системы и т. д. Она не только позволяет очистить солнечные панели от загрязнения но и имеют систему мониторинга, которая позволяет наблюдать состояние панелей. Обычно требуется оператор для контроля за происходящим. Существуют разные виды роботов, мелкие, и более крупные роботы, которые используются для солнечных парков в зависимоти от их мощности. Также есть роботы названные робо-кисти для небольших фотоэлектрических систем, которым не нужно много воды. Другой тип – это спринклерные роботы, которые используют больше воды для очистки панелей. Основной недостаток – огромные потребности в воде. Однако автоматизированные версии методов механической очистки могут обеспечить гибкую очистку. В целом, автономные машины надежны. Тем не менее, они нуждаются в настройке и много строительства (особенно там, где необходимы рельсы).

Автоматические системы очистки солнечных батарей сохраняют солнечные панели чистыми и сэкономит деньги в бюджете организации – нельзя забывать, грязные панели означают меньше выработанного электричества.



Рис. 4. Робот от «Clean Solar Solutions ltd» для очистки фотоэлектрических панелей. [8]

2.4. Химический метод самоочищения

В различных методах самоочистки для фотоэлектрических панелей, они в основном сосредоточены на методах самоочищения на основе супергидрофобных покрытий. Поскольку долговечность и стабильность этих типов материалов покрытия являются важными параметрами для длительных операций, они представили различные результаты испытаний выбранных супергидрофобных стекол. Самоочищающиеся нанопленки могут быть в форме супергидрофильных и супергидрофобных пленок. Йельбас недавно суммировал их, чтобы подчеркнуть важность самоочищающихся поверхностей как решения для очистки твердых поверхностей [1]. Данный метод на стадии разработки и требует не малых затрат для исследований и производства химических покрытии для солнечных панелей.

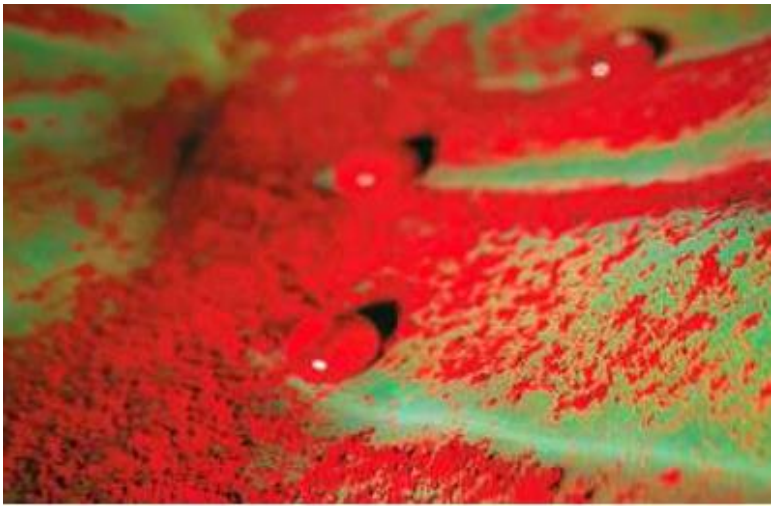


Рис. 5. Фотокатализ: химическое разложение поглощенной грязи на солнце [9]

3. Заключение

С большим ростом использования фотоэлектрических батарей, необходим новый метод очистки и проверки. Полная очистка особенно важна, так как засорение одной панели пылью влияет на выработку энергии для всей системы. Чрезвычайно важно, чтобы все элементы работали с максимальной эффективностью, поскольку они соединены последовательно. Достижения в области энергетических технологий должны сопровождаться достижениями в отношении их поддержки, обслуживания и проверки устройств.

Анализируя выше перечисленные методы очистки фотоэлектрических панелей, можем заявить что на сегодняшний день наиболее эффективным методом очистки является автоматическая система очистки. Которая может обслуживать крупные парки для очистки и встроенного автоматического осмотра панелей, экономя при этом энергию и чистящую воду по сравнению с человеческими бригадами и имеющимися альтернативами аппаратного обеспечения. А владельцы небольших фотоэлектрических систем могут вручную очищать солнечные панели при помощи стеклоочистителя и воды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Mohammed Al-Housani, Yusuf Bicer and Muammer Koç. Assessment of Various Dry Photovoltaic Cleaning Techniques and Frequencies on the Power Output of CdTe-Type Modules in Dusty Environments. Sustainability 2019, 11(10), 2850; https://www.mdpi.com/2071-1050/11/10/2850

[2] IRENA. Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050; International Renewable Energy Agency: Abu Dhabi, UAE, 2008; ISBN 978-92-9260-059-4. https://www.irena.org/publications/2019/Apr/ Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition.

[3] IRENA. Boosting Solar PV Markets: The Role of Quality Infrastructure; International Renewable Energy Agency: Abu Dhabi, UAE, 2017; ISBN 978-92-9260-034-1. https://www.irena.org/publications /2017/Sep/Boosting-solar-PV-markets-The-role-of-quality-infrastructure.

[4] Thamer Alquthami and Karim Menoufi. Soiling of Photovoltaic Modules: Comparing between Two Distinct Locations within the Framework of Developing the Photovoltaic Soiling Index (PVSI). *Sustainability* 2019, *11*(17), 4697; https://www.mdpi.com/2071-1050/11/17/4697

[5] Сфотографировано Себастианом Диттманном, Dipl.-Ing. (FH), Anhalt University of Applied Sciences.

[6] Фотография взята с https://www.horizonsolarpower.com/rainy-day-solar-power-california/

[7] Фотография взята с https://www.pinterest.com/pin/507780926731860972/

[8] Фотография взята с https://alteredenergy.com/clean-solar-solutions-brings-pv-panel-cleaning-robot-to-market-in-uk-first/

[9] Фотография взята с презентации «Photovoltaics and the challenge of soiling», Klemens Ilse, Fraunhofer CSP – Diagnostics and Metrology, 2019.

Жамалов Е.Қ., Жұматова А.А., Сарсенбаев Е.А., Минажова С.А.

Фотоэлектрлік панельдерді тазарту әдістері

Түйіндеме. Бұл мақалада әдебиеттерге шолу және фотоэлектрлік модульдерді тазалаудың практикалық әдістері қарастырылған. Мақалада фотоэлектрлік модульдерді тазартудың бірнеше әдісі баяндалады. Тазалаудың әр әдісі бойынша қысқаша түсініктемелер беріліп, олардың артықшылықтары мен кемшіліктеріне шолу жасалады.

Түйін сөздер: күн энергиясы; күн панельдері; фотоэлектрлік панельдер; панельді тазарту; шаң; энергия тиімділігі; тазарту әдістері.

УДК 621.9.047.7-621.385.833

M.S. Batalova[1], B.E. Alpysbayeva[1,2], N.E. Korobova[3]
(al-Farabi Kazakh National University[1],
Laboratory engineering profile of al-Farabi Kazakh National University[2],
Almaty , Kazakhstan. National Research University MIET[3],
Zelenograd, Russian Federation
E-mail: balausa.alpysbayeva@kaznu.kz)

STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE FORMATION OF NANOFIBERS ON THE TEMPERATURE OF THE ELECTROLYTE DURING ANODIZING

Abstract. The dependence of the formation of nanofibers of nanoporous aluminum oxide (POA) on the temperature of the electrolyte formed in a solution of 0.4 M H_3PO_4 at a voltage in the range (110-300 V) and the electrolyte temperature of 19 to 25°C was studied. It was found that the process of anodizing at an electrolyte temperature above 19°C and at high voltages (above 110V) makes it possible to obtain nanofibers of nanoporous aluminum oxide.

Key words: nanofibers, anodizing, orthophosphoric acid, electrolyte temperature

М.С. Баталова[1], Б.Е. Алпысбаева[1,2], Н.Е. Коробова[3]
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби[1],
Лаборатория инженерного профиля КазНУ им. аль-Фараби[2],
Алматы, Республика Казахстан. Национальный исследовательский университет МИЭТ[3],
Зеленоград, Российская Федерация
E-mail: balausa.alpysbayeva@kaznu.kz

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОВОЛОКОН ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРОЛИТА ПРИ АНОДИРОВАНИИ

Аннотация. Исследована зависимость формирования нановолокон нанопористого оксида алюминия (НПОА) от температуры электролита, сформированного в растворе 0.4М H_3PO_4 при напряжении в диапазоне (110-300 В) и температура электролита 19 до 25 ^oC. Установлено, что процесс анодирования при температуре электролита выше 19 ^oC и при высоких напряжениях (выше 110В) позволяет получить нановолокна нанопористого оксида алюминия.

Ключевые слова: нановолокна, анодирования, ортофосфорная кислота, температура электролита

Введение

В последнее время интерес к получению 1D структур различными методами подстегнул целый ряд исследований. Такие структуры обладают новым набором свойств, таких как повышенная спекаемость, прочность, каталитическая активность, абсорбционная способность [1].

Среди наноматериалов 1D нановолокна нанопористого оксида алюминия привлекли особое внимание благодаря таким специфическим свойствам оксида алюминия, как высокая прочность и стабильность при высоких температурах (до 1200°C), низкая плотность и теплопроводность, хорошая коррозионная стойкость и электрическая изоляция. Исследования с использованием нановолокон γ-оксида алюминия вместо традиционных 10 частиц γ-оксида алюминия представляют огромный интерес как для фундаментальных исследований, так и для технологического применения [2].

Существует множество статьи, демонстрирующих, что текстурные свойства нановолокон оксида алюминия отличаются от свойств обычного оксида алюминия [1,3]. Например, нановолокна нанопористого оксида алюминия обладают более высокой термостойкостью, обусловленной меньшей площадью контакта первичных волокон [4,5]. Еще одним важным параметром наноматериалов является площадь поверхности, которая значительно больше по сравнению с более крупными частицами за счет малого диаметра волокон и увеличенного количества волокон на единицу объема. Таким образом, нановолокна обладают различными уникальными свойствами по сравнению с микроскопическими волокнами, изготовленными из того же материала [6]. Наноразмерность имеет потенциал для повышения эффективности катализаторов. В этом секторе сверхвысокое соотношение сторон нановолокон также очень благоприятно, поскольку можно легко формировать запутанные структуры таких волокон с помощью методов, аналогичных традиционной обработке волокон [3].

Сверхвысокое соотношение сторон нановолокон благоприятно также при рассмотрении рисков для здоровья и безопасности. По сравнению с типичными нанотрубками и другими наночастицами с высоким соотношением сторон нановолокна образуют более крупные агломераты, так что опасность вдыхания или проникновения в кожу, например, значительно меньше, чем в случае обычных наноразмерных частиц. Благодаря чистоте кристаллической структуры, развитый глинозем нановолокна обладают превосходной прочностью на разрыв, близкой к теоретическому значению прочности межатомных связей [7]. Такие свойства делают волокна очень привлекательным армирующим материалом во всех видах композиционных материалов, но особенно в керамических и металлических матричных композитах, где полимерные волокна не могут быть использованы из-за высоких температур обработки, которые полимеры не могут выдержать.

Экспериментальная часть

В настоящей работе нановолокна нанопористого оксида алюминия были получены электрохимическим методом анодирования. Процесс анодирования проводили в растворе 0.4М H_3PO_4 при комнатной температуре (19-22 ^{o}C) и при высоких напряжениях (110-300 В). В качестве исходного материала для анодирования использовались фольга алюминия с толщиной 50 мкм. Время анодирования составляло от нескольких секунд до 1 минуты.

Процесс получения и формирования нановолокон нанопористого оксида алюминия контролировался с помощью сканирующего электронного микроскопа (Quanta3D200i FEI). Все экспериментальные работы проводились на базе нанотехнологических лабораторий КазНУ им. аль-Фараби.

Результаты и обсуждение

Как показали экспериментальные работы повышение температуры электролита могут позволить получить волокна на основе нанопористого оксида алюминия. На рисунке 1 представлены СЭМ изображения волокон нанопорстого оксида алюминия. Как видно на рисунке на поверхности нанопористой структуры видны нановолокна с разной толщиной, которые пучки в результате слипания. Длина самих волокон достигала несколько десятков нанометров. Согласно полученным данным длина нанополокон нанопористого оксида алюминия зависит от напряжения и длительности процесса анодирования. В зависимости от времени анодирования, температуры применяемого электролита и поданного напряжения можно было получить волокна разной длинной и толщины. Также в зависимости от поданного напряжения и температуры электролита время проведения процесса анодирования варьировалось от нескольких секунд до одной минуты.

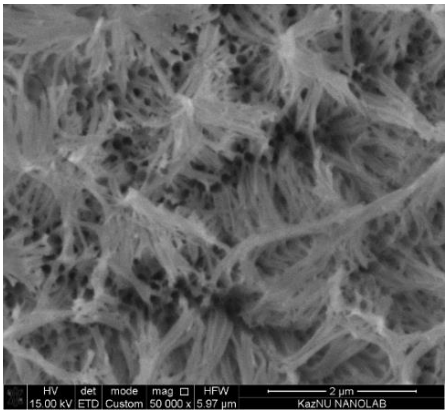
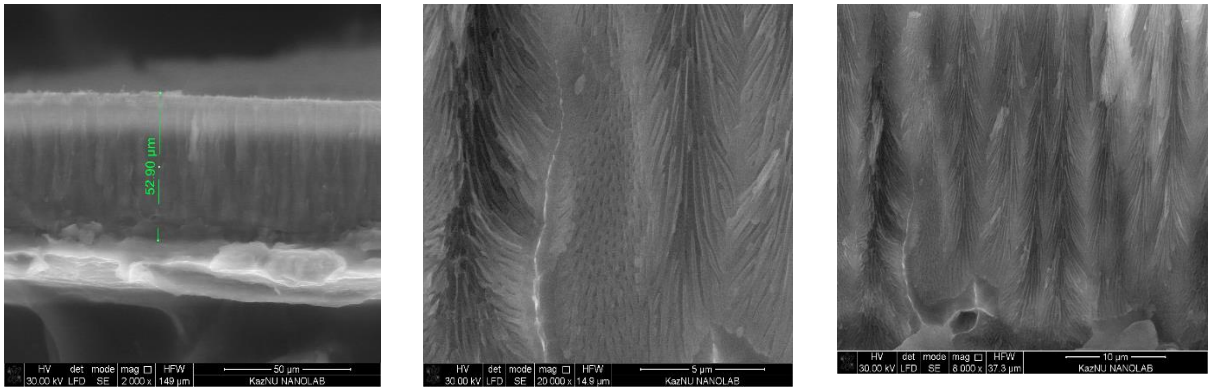


Рис. 1. СЭМ изображения нановолокон нанопорстого оксида алюминия

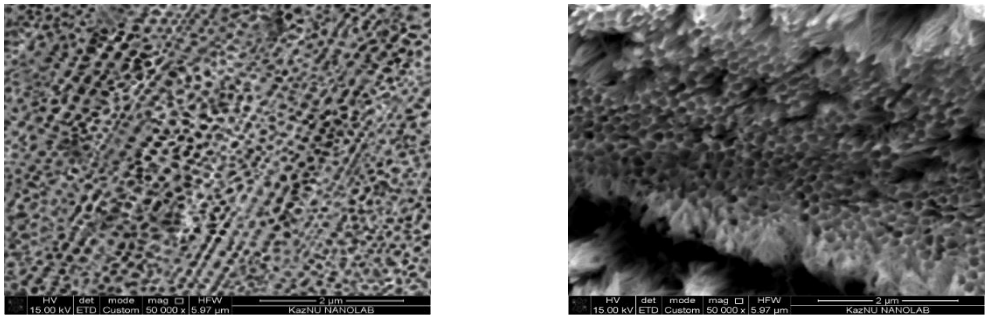
На рисунке 2 представлены СЭМ изображения мембраны НПОА с нановолокнами на сколе. На рисунке 2,а можно увидеть мембрану НПОА с нановолокнами и также можно оценить толщину алюминиевой подложки, толщину пористой мембраны и длину нановолокон. По представленным на рисунке 2 СЭМ изображениям можно оценить диаметр пор НПОА, процесс формирования нановолокон.



а) б) в)

Рис. 2. СЭМ изображения скола мембаны с нановолоконами:
а,б,в –мембрана НПОА с нановолокнами на сколе

На рисунке 3, а представлены СЭМ изображения поверхности нанопористого оксида алюминия без волокон и на рисунке 3, б процесс формирования нановолокон. Нанопористый оксид алюминия без волокона были получены в растворе 0.4M H_3PO_4 при U=110В, T=19ºC, t= 20 сек. Процесс формирования нановолокна на основе оксида алюминия начинают с 30 секунды при напряжении 110В. Как показали данные, полученные при экспериментальных работах с увеличением напряжения, в процессе проведения процесса анодирования, с увеличением напряжения процесс формирования нановолокон проходит быстрее. При напряжениях 200-300 В нановолокна нанопористого оксида алюминия будут формироваться быстрее. В некоторых случаях процесс формирования нановолокон проходил за несколько секунд и при этом вся 50 микронная алюминиевая фольга превращалась в мембрану нанопорстого оксида алюминия с нановолокнами на поверхности.

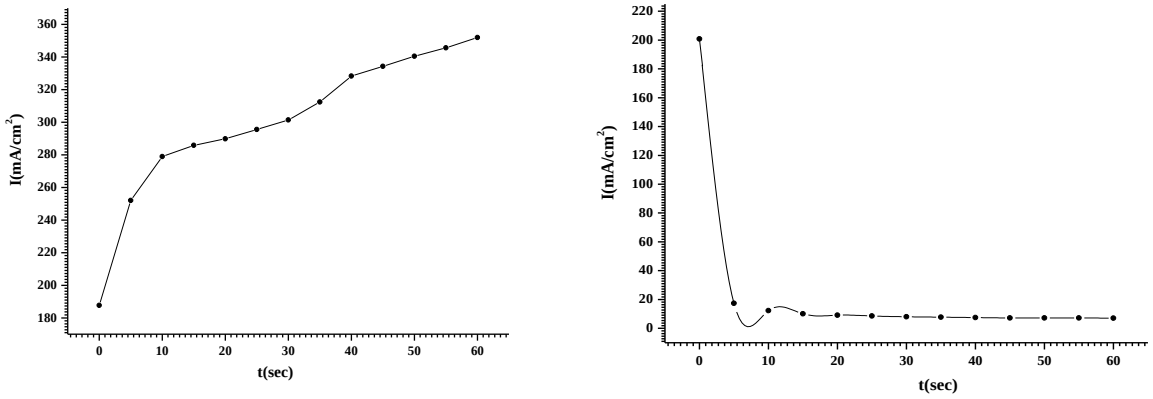


а) б)

Рис. 3. СЭМ изображения мембран нанопористого оксида алюминия:
а – поверхность НПОА без нановолокон (20 сек); б – процесс формирования нановолокон (30 сек)

Исследование зависимости формирования нановолокон от температуры электролита показало, что нановолокна нанопористого оксида алюминия формируются при очень высоких напряжениях и высоких температурах электролита.

На графиках представленных на рисунке 4 (а,б) показаны зависимости анодного тока от времени процесса анодирования. Здесь изображены кривые зависимости параметров процесса анодирования нановолокон и нанопористой структуры, полученного при напряжении 130 В и U=80 В и при одинаковой комнатной температуре. Сравнивая графики, можно увидеть значительные различия. На кривой, представленной на рисунке 4,а, можно увидеть, что с увеличением времени процесса анодирования повышается значения плотности тока. Такой характер изменения анодного тока специфичен для образования наноколокна на основе оксида алюминия. Кривая, представленная на рисунке 4,б, типичная зависимость плотности тока от времени процесса анодирования. В начале процесса анодирования происходит быстрое уменьшение анодного тока, после плотность тока незначительно уменьшается и остается постоянной.



а) б)

Рис. 4. График зависимости анодного тока от времени процесса анодирования:
а – нановолокна оксида алюминия при U=130В, T=16ºC, t=1мин;
б – нанопористый оксид алюминия при U=80В, T=16ºC, t=1мин

Заключение

В результате исследований зависимости формирования нановолокон от температуры электролита при процессе анодирования были выявлены оптимальные параметры для получения нановолокна оксида алюминия. Определено, что с увеличением температуры электролита и напрядения формируется нановолокна на основе нанопористого оксида алюминия. Как выяснилось процесс формирования нановолокон оксида алюминия зависят от температуры электролита и напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Noordin M. R., Liew K. Y. Synthesis of Alumina Nanofibers and Composites // Nanofibers. InTech. 2010, C. 405 – 418.

[2] Wang Y., Li W., Xia Y., Jiao X., Chen D. Electrospun flexible self-standing [gamma]-alumina fibrous membranes and their potential as high-efficiency fine particulate filtration media // Journal of Materials Chemistry A, 2014, 2 (36), 15124-15131.

[3] Liu E. Synthesis of one-dimensional nanocomposites based on alumina nanofibres and their catalytic applications // Queensland University of Technology, 2011, C. 1-105.

[4] Shen S. C., Ng W. K., Chen Q., Zeng X. T., Chew M. Z., Tan R. B. H. Solid-Phase Low Temperature Steam-Assisted Synthesis of Thermal Stable Alumina Nanowires // Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 2007, 7 (8), 2726-2733.

[5] Chowdhury M. B. I., Sui R., Lucky R. A., Charpentier P. A., One-Pot Procedure to Synthesize High Surface Area Alumina Nanofibers Using Supercritical Carbon Dioxide // Langmuir, 2010, 26 (4), 2707-2713.

[6] Saunders Z., Noack C. W., Dzombak D. A., Lowry G. V. Characterization of engineered alumina nanofibers and their colloidal properties in water // Journal of Nanoparticle Research, 2015, 17 (3), 1-14.

[7] Grodnensky I. Alumina nanofiber reinforced cement-based materials and method for producing same // In Google Patents: 2015.

Баталова М.С., Алпысбаева Б.Е., Коробова Н.Е.

Анодтау барысында наноталшықтардың қалыптасуына электролит температурасының әсерін зерттеу

Түйіндеме. 0.4М H_3PO_4 ерітіндісінде 110-300 В кернеу аралығында және 19 - дан 25 ^oC температураларда алынған нанокеуекті алюминий оксиді негізіндегі наноталшықтың қалыптасуына электролит температурасының әсері зерттелді. Анодтау процесі кезінде электролит температурасы 19 ^oC және кернеу 110В жоғары болса, онда нанокеуекті алюминий оксиді негізіндегі наноталшықтар алуға болатыны анықталды.

Түйін сөздер: наноталшық, анодтау, ортофосфор қышқылы, электролит температурасы

ГРНТИ 49.46.01

S. Orazaliyeva

(Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

E-mail: orazalieva-sandugash@mail.ru)

DEVELOPMENT OF A MEASURING SYSTEM FOR SPECTRAL MEASUREMENTS OF OPTICAL FIBERS USING TFBG

Annotation. The article discusses a solution to achieve minimum sensitivity to temperature and at the same time the sensitivity to light polarization and fiber bending. In addition to insensitivity to temperature, the main advantage of the proposed solution is its versatility. It is possible to adjust the measuring range and resolution depending on the specific application.

Keywords: sensitivity, optical fiber, Bragg's grating, sensor.

С. Оразалиева

(Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: orazalieva-sandugash@mail.ru)

КӨЛБЕУ ТАЛШЫҚТЫ ОПТИКАЛЫҚ БРЭГ ТОРЫН (TFBG) ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ОПТИКАЛЫҚ ТАЛШЫҚТАРДЫ СПЕКТРЛІК ӨЛШЕУ ҮШІН ӨЛШЕУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Мақалада талшықтың температураға минималды сезімталдығына қол жеткізу, сонымен қатар жарық поляризациясына сезімталдығы және иілуіге арналған шешімдері қарастырылған. Бұдан бөлек

температураны сезбегенімен қатар ұсынылған шешімнің негізгі артықшылығы оның әмбебап болуында. Өлшеу диапазонын және нақты қолданысқа байланысты ажыратымдылықты реттеу мүмкіндігі бар.

Түйін сөздер: сезімталдылық, оптикалық талшық, Брэгг торы, датчик.

Кіріспе

Брэгг талшықты торы қазіргі таңда талшықты лазерлерде, сенсорлы жүйелерде, талшықты-оптикалық байланыс жүйесінде кең қолданылады. Брэгг талшықты торының қасиетін қысым, қозғалыс және температура датчиктері негізінде қолдануға мүмкіндік береді. Брэгг талшықты торы артықшылықтары ретінде электромагниттік өріс әсерінен қорғалуы, жоғары сезімталдылығы, өлшеу диапазонының динамикалық кеңдігі болып табылады.

Талшықты-оптикалық датчиктер

Орын ауыстыру датчиктері өнеркәсіптердің көптеген түрлерінде, атап айтқанда аэроғарыштық өнеркәсіпте және құрылыста қолданылады. Орын ауыстыруды өлшейтін датчиктердің негізгі түрлері индуктивті, импульсті, потенциометриялық және сыйымдылық датчиктер болып табылады. Иілуді өлшеуге арналған талшықты-оптикалық датчиктердің мысалы ретінде иілуі ұзақ периодымен (LPFG) Брэгг талшықты-оптикалық торы болып табылады. Стандартты бір режимді талшыққа LPFFG жазылған және көміртекті талшықты композитке орналасқан иілуді өлшеу тәсілі белгілі [1]. Дегенмен, температураның өзгеруі төмендетілген мұнай газында жұмыс жасайтын датчиктердің жұмысына үлкен әсерін тигізеді. Механикалық параметрлерді өлшеу үшін сонымен бірге қарапайым брэгг торлары (FBG) да қолданылады. Иілу датчиктері ретінде бұл элементтерді қолдану, мысалы, оларды PBGF-мен (тұтас жолақты фотонды өткізу) фотондық талшықтарда орналастыруды талап етеді [2]. Бұндай шешім, дегенмен, талшықтардың геометриялық микроқұрылымындағы дәлсіздіктерге өте сезімтал болады. Сонымен қатар, LPFG және FBG-ді қолданумен иілуді өлшеу жүйесі зерттеледі [3]. Тораптық сезімталдықты температураға азайту жиі будандық құрылымды қолданумен жүзеге асады, олар да өз кезегінде күрделі болып келеді, оларға талшықты-оптикалық жүйенің екі түрі LPFG және TFBG жатады. Осылайша иілу радиусының өзгеруін тексеруге болады [4]. Брэгг (TFBG) торының талшықты-оптикалық элементтерге икемделіп қолданылатын кейбір датчиктерді, сонымен қатар бір режимді талшықтың арасында көп режимді талшықты салу және TFBG элементін қолдану арқылы оларды температураға тәуелсіз ретінде қарастыруға болады. Сонымен қатар иілу датчиктері ретінде қолданылатын құрылымдар да белгілі [5], онда FBG торы TFBG-мен (қабаттасқан тормен) бірге бір орында сақталады. Осындай жүйелерде FBG-желісімен шағыласқан сигналы TFBG-да өзгереді, ол иілуге сезімтал болып келеді. Орын ауыстыруды өлшеу үшін Брэгг торын қолданатын датчиктер, әдетте қосымша кранштейн құрылымын немесе оптикалық талшық зерттелетін нысаннан тасымалдау белдігі үшін механикалық элементті қолдануды талап етеді [6]. Жоғарыда көрсетілген шешімдердің негізгі мәселесі ретінде Брэгг торын ұзартуды игеруге, сонымен бірге температураға деген сезімталдық болып табылады. Сондықтан осы тектес датчиктерді қолданатын өлшеу жүйелерінде басқа физикалық шамаларды өлшеу кезіндегі температуралық өтемін талап етеді. Өкінішке орай, температураға сезімталдық торабын төмендету әдістері жиі TFBG және FBG желілерінде өлшеу диапазонының азаюына әкеліп соғады. Деформацияға жоғары сезімталдығын сипаттайтын, бірақ тар өлшеу диапазоны бар, мысалы 1 нм дерлік шешімдер белгілі [7]. Өлшеу диапазоны сонымен бірге TFBG талшықты торының жабылу жолымен өзгереді, мысалы қосымша қорғаныс қабаты.

Иілуді өлшеуде TFBG элементтерін қолданыста бар әдістер арасынан өте аз шама параметрлерін өлшеуге мүмкіндік беретін әдістерді атап өту керек. Мысалы [8] жұмыста өте келешегі зор әдіс ұсынылған, бірақ ол тек иілу радиусын ғана өлшеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар иілудің тек бірнеше дискретті маңызын ғана өлшеуге болады.

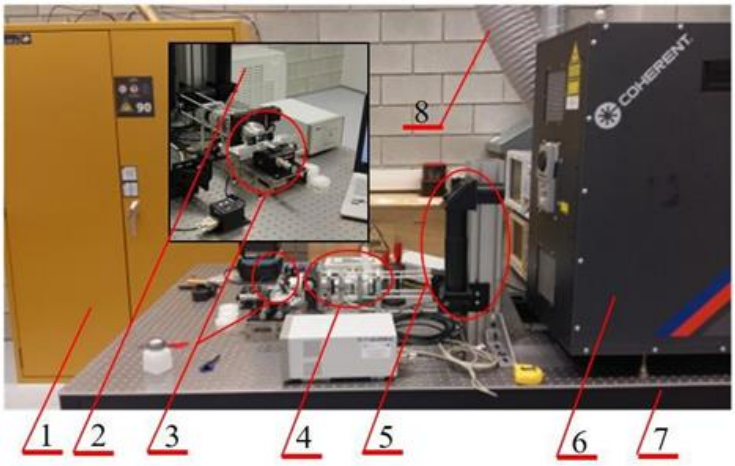
Өлшеу жүйесі

Иілуді өлшеу үшін TFBG негізіндегі қолданыстағы сенсорлық шешімдерді талдай келе, өлшеу түрлендіргіші Брэгг торының талшықты-оптикалық түрін қамтығанымен, температураның өзгеруіне сезімтал емес болатындай зерттеу жұмысын жүргізу керектігін көріп отырмыз. Сонымен қатар басқа физикалық шамаларды сол сияқты өлшеу элементтері бар өлшеуді жүргізу мүмкіндігі қажетті сипат алып тұр.

Ұсынылған өлшеу жүйесі қабықшаны жарықпен түйістіру құбылысы ретінде, сонымен бірге тор жазықтықтағы бұрыш еңісінің ұлғаюымен TFBG-құрылымындағы азаюының негізгі Брэгг резонанасы ретінде де қолданылады. Егер тордағы бұрыш еңісі белгелі бір шектік мәнінен асатын болса, онда оны

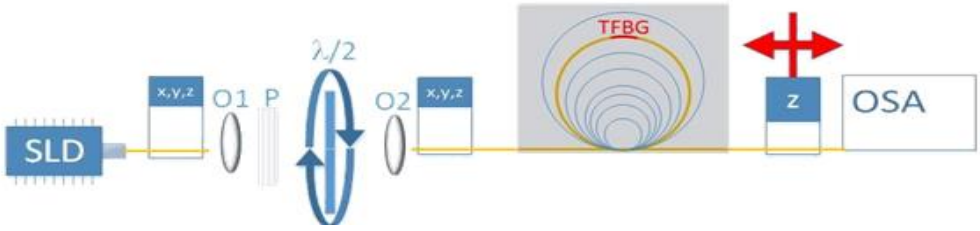
толықтай жоюға болады. Оның жойылу шегі TFBG сақталған талшықтың геометриясына тікелей байланысты болады.

Басты резонанстың жағдайы температураның ықпал әдістеріне қарамастан қолданылудан болуы мүмкін. Бұрыш еңісі 2^0 және ұзындығы 15 мм бар құрылымы үшін зерттеу қажеттілігін өткізу керек болды. 248 нм толқын ұзындығында жұмыс жасайтын 10-күндік сутектендірілген бір режимді талшықты-оптикалық эксимерлі лазерді қолданатын SMF-28 кабельді торы жасалды. 1080 нм периодымен фазалық бүркемені қолдану 1564,5 нм Брэгг торының толқын ұзындығы бар құрылымды жасауға мүмкіндік берді. Лазер 100 мДж қуатымен және 15Гц қайталанатын жиілікпен жұмыс жасады. Тордағы жазбалар жүйесінің тұрақты жұмысы үшін бөлмеде тұрақты температура мен эксимерлі лазер қосымша сумен салқындатылып тұрды (сурет 1).



1-сурет. TFBG өлшеу жүйесі TFBG: 1 - эксимерлік лазерге арналған газдық құрылғы, 2 - құрылымды жазу кезінде лазер параметрлерін тұрақтандыру үшін суды суытқыш, 3 - қадамдық қозғалтқышымен фазалық бүркеме үшін айналмалы үстел, 4 - позициялау жүйесі және тордағы УК сәуленің құрылуы, 5 - оптикалық перископ жүйесі, 6 - эксимерлі лазер, 7 - белсенді діріл әсерін оқшаулайтын оптикалық үстел, 8 - лазер газдарын жою.

Оптикалық үстелдерді қолдану және дірілді белсенді жоюдың арқасында сонымен бірге барлық жүйенің дірілін жою есебінен дайындалған құрылым жаңғартылуының жақсартуына қол жеткізілді. Осылайша алынған элементтер TFBG-мен оптикалық талшықты иіюге мүмкіндік беретін стендте спектральді сынақтан өткізілді. Құрылымның иілу бұрышын бірқалыпты реттеу ол TFBG-де жазылған талшықты-оптикалық секцияны сәйкесінше құру жолымен жүзеге асырылды. Өлшеу жүйесінің диаграммасы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. Талшықты оптикалық иілудің радиусын өлшеу жүйесі және кіру жарығының поляризация бұрышының диаграммасы

TFBG-құрылымына түсетін жарық поляризациясы объективтер жүйесімен (O1 және O2), поляризатормен (P) және жартылай өткізгіш тақтамен (λ/2) қадағалынады. Құрылымның иілу радиусы үстел тұтқасының қозғалысымен іске қосылады және қадағалынады. Үстелді жою (z) талшықты күрмектің қысылуына және TFBG-нан талшықтың иілу радиусының кішіреюіне әкеледі. Екінші жағынан, үстелдің солға қарай орын ауыстыруы (оптикалы талшық күрмегінің көмегімен контейнерге

жақындау) TFBG көмегімен оптикалық талшық кабелінің иілу радиусы ұлғаяды. Осындай тәсіл сонымен қатар, контур диаметрін таңдау жолымен өлшеу диапазонын реттеуге мүмкіндік береді.

Талшықтың алғашқы диаметрінің ұлғаюы нақтылықты төмендетудің есебінен өлшеу диапазоны ұлғаяды. Жүйенің геометриялық өзгеруі өлшеудің нақтылығын және өлшеу диапазонын қадағалауға мүмкіндік береді. TFBG-ден талшықтың иілуі және жарық поляризациясы жазықтығының айналуы TFBG спектральді сипаттамасының өзгеруіне әкеледі. Талшықта пайда болатын кернеудің иілу әсерінен сыну коэффициент мәнінің өзгеруіне әкеліп соғады.

Қорытынды

Берілген мақалада иілу бұрышын бір мезгілде өлшеу және кіру жарығының поляризациясы үшін TFBG-сенсор тұжырымдамасының теориялық негіздері ұсынылған. Жүйе қоршаған орта температурасының өзгеруіне тәуелсіз бола алатын көрсетті. TFBG датчиктерінің таңдалып алынған параметрлерін өлшеу үшін өлшенетін шаманы үздіксіз бағыттауға мүмкіндік беретін өлшеу жүйесі ұсынған болатын. Мұндай тәсіл берілген өлшенетін шамалардың нақты және дискретті мәндері үшін ғана емес, сонымен қатар олардың өзгеруінің толық және үздіксіз диапазонында әзірленген жүйенің және өлшеу әдісінің қасиеттерін толық көлемде анықтауға мүмкіндік береді. Ұсынылған өлшеу әдісі иілу бағытына қосымша сезімталсыз болып келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Tan D., Sharafudeen K. N., Yue Y., Qiu J., Мөлдір қатты материалдардағы лазерлі индукцияланған құбылыс: Негіздері мен қосымшалары. Материалтанудағы ілгерілеу 76, 154-228 (2016). doi:10.1016/j.pmatsci.2015.09.002.

[2] Jin L., Wang Z., Fang Q., Liu Y., Liu B., Kai G., Dong X., Оптикалық талшыққа іштей сызылған Брэгг торының иілуіне реакциясы және спектральді сипаттамасы, Optics Express 15(23), 15555-15565 (2007). doi: 10.1364/OE.15.01555555.

[3] Swanson A. J., Raymond S. G., Janssens S., Breukers R. D., Bhuiyan M. D. H., Lovell-Smith J. W., Waterland M. R., FBG негізінде салыстырмалы ылғалдығы бар датчиктерге арналған жаңа полимер жабынының зерттемесі. Датчиктер және атқару механизмдер A 249, 217-224 (2016). doi: 10.1016/j.sna.2016.08.034

[4] Шао Л.И., Альберт Ж., Шағын талшықты-оптикалық векторлы инклинометр. Оптикалық хаттар 35(7), 1034-1036 (2010). doi: 10.1364/OL.35.001034

[5] Донг Х., Лю Ю., Шао Л. Ю., Канг Дж., Чжао Ч. Л., Үстемеленген тор негізінде температуралық-тәуелсіз талшықты иілу датчигі, IEEE-сенсор. J. 11 11 11), 3019-3022 (2011). doi: 10.1109/JSEN.2011.2157124

[6] Шэнь С., Лу В., Шэнту Ф., Ван Й., Тонг Л., Көлбеу-бағытталған талшықты-оптикалық Брэгг торлары және оларды ылғалдылықты өлшеу мен бұрауда қолданылуы, 2016 год Оптикалық байланыс пен желілер бойынша 15-Халықаралық конференция (ICOCN), Ханчжоу, 1-3 (2016). doi: 10.1109/ICOCN.2016.7875786

[7] Цзян К., Ху Д., Брэгга торындағы көлбеу талшықты көлденең жүктеме негізіндегі микротығыс датчигі, IEEE Sens. J. 11 9), 1776-1779 (2011). doi: 10.1109/JSEN.2010.210339999

[8] Лю Б., Мяо Ю., Чжоу Х., Чжаоу К., Көлбеу талшықты-оптикалық тордың таза иілу сипаттамаларын зерттеу, IEEE Optical Fiber Sensors Conference конференциясында, 1-4 (2008). doi: 10.1109/APOS.2008.5226323.

Оразалиева С.

Разработка измерительной системы для спектральных измерений оптических волокон с применением TFBG

Резюме. В статье рассматривается решение для достижения минимальной чувствительности к температуре и в то же время чувствительности к поляризации света и изгибу волокна. Помимо нечувствительности к температуре, основным преимуществом предлагаемого решения является его универсальность. Имеется возможность регулировки диапазона измерений и разрешения в зависимости от конкретного применения.

Ключевые слова: чувствительность, оптическое волокно, решётка Брэгга, датчик.

УДК 004.415.2

Ch.K. Dautbay, Ch. A. Alimbayev, Zh. N. Alimbayeva,
N. A. Bayanbay, K. A. Ozhikenov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: chika_9900@mail.ru)

AUTOMATIC MICROCLIMATE CONTROL SYSTEM IN THE GREENHOUSE

Abstract: Vegetable farming in the greenhouse is one of the most energy intensive industries, and it accounts for the majority of energy costs (90%) due to the greenhouse heating.

Increasing the productivity of horticulture in greenhouses with low energy consumption requires constant improvement of the automatic microclimate management system, and the most responsible of all microclimate parameters is the temperature regime.

In this regard, the construction of an underground thermos-greenhouse and the creation of an automatic control system with reduced energy consumption parameters for heating the greenhouse is a very important scientific problem in the national economy, based on increasing the energy efficiency of the greenhouse and the productivity of horticulture.

Keywords: microclimate parameters, greenhouse, adaptive environment.

Ш. К.Дәуітбай Ч. А. Алимбаев, Ж. Н. Алимбаева,
Н. А. Баянбай, К. А. Ожикенов
(Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан. E-mail: chika_9900@mail.ru)

ЖЫЛЫЖАЙ ІШІНДЕГІ МИКРОКЛИМАТТЫ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ

Андатпа: Жылыжайдағы көкөніс шаруашылығы ауылшаруашылық өндірістерінің ішінде энергиясыйымдылығы жоғары салалардың бірі болып табылады және де энергия шығындарының көп бөлігін (90%) жылыжайды жылытуға кететін энергия шығыны құрайды.

Төмен деңгейдегі энергия шығынында жылыжайлардағы көкөніс шаруашылығының өнімділігін арттыру микроклиматты автоматты басқару жүйесін үнемі жетілдіріп отыруды қажет етеді және де микроклиматтың барлық параметрлерінің ішінде ең жауаптысы температуралық режим болып табылады.

Осыған орай жерасты термос-жылыжайын тұрғызу және жылыжайды қыздыру үшін энергия шығындары төмендетілген параметрлері бар автоматты басқару жүйесін құрастыру жылыжайдың энергия тиімділігін және көкөніс шаруашылығының өнімділігін арттыруға негізделген халық шаруашылығында мәні зор өзекті ғылыми мәселе болып табылады.

Түйінді сөздер: микроклимат параметрлері, жылыжай, бейімді орта.

1. Жылыжай микроклиматының параметрлері

Өсімдіктер өсуді айтарлықтай күшейтетін арнайы факторларды қажет етеді. Климаттық параметрлерден пайда болған жағымсыз физиологиялық ағындар шекті мәндерге дейін оңтайландырылуы қажет [1]. Бұл параметрлер, атап айтсақ, температура, салыстырмалы ылғалдылық, жарық үдемелігі, көмірқышқыл газы, ауа ағынының жылдамдығы.

Температура.

Температура өсімдіктің физиологиялық даму кезеңдеріне (гүлдеу, өсу, даму) тікелей ықпалын тигізеді, булану жылдамдығын бақылайды, фотосинтез процесі кезіндегі өсімдік суларының саңылаулар арқылы шығып кетпеуін бақылайды. Жылыжайлардағы температура мәні көбінесе өсірілетін өсімнің түріне байланысты.

Әр жеміс және оның даму процесі температураны әр түрлі сезінеді. Жоғары температура өсімдіктің үлкен аумақты ала отырып қарқынмен өсуін қамтамасыз етеді. Нәтижесінде суды көп мөлшерде жоғалтуға және фотосинтездің таралу үйлесімінің бұзылуына алып келетін үлкен булану жылдамдығын тудырады. Өз кезегінде бұл физикалық өзгеріске ұшырауға және өсімдіктің репродуктивті дамуына тежеу болуы мүмкін.

Күндізгі және түнгі температура айырмашылықтары, сондай-ақ, 24 сағат бойындағы орташа температура өсімдіктің өсуіне әсер етеді. Төменгі температура өсімдіктің өсу қарқынына елеулі ықпал етеді және жеміс пен тұқым өндірісіне әсерін тигізеді. Төменгі тарауларда сипатталғандай Қазақстан аумағы әр түрлі климаттық жағдайлармен сипатталады. Жылыжайларды жобалау кезінде аймақтағы температура үлкен роль ойнайды. Жылыжай өндірісімен айналысатын болса, Қазақстанда жазғы

уақыттарда аптап ыстық, қыс кезінде айтарлықтай суық болатынын ескерген дұрыс. Бұл жылыжайдың құрылымы мен бақылау жүйелерін жобалау кезінде жете зерттелуі тиіс.

Салыстырмалы ылғалдылық

Жылыжайда температура мен ылғалдылықтың дұрыс теңгерімін ұстап тұру өте маңызды. Жоғары немесе төменгі ылғалдық өсімдіктің өнімділігіне әсер ететіндіктен ылғалдықты бақылау өзекті мәселелердің бірі болып қала береді. Бу қысымының жеткіліксіздігі (БҚЖ) – су буының ауадағы таралу мөлшері. Жоғары БҚЖ жоғары температура мен төменгі ылғалдылықтан туады және өсімдіктегі булану процессінің әдеттегіден көп болуына байланысты өсімдіктің өсуіне кері ықпалын тигізеді. Тым төмен БҚЖ өз кезегінде буланууды азайтып нәтижесінде физиологиялық бұзылуға алып келеді.

Ылғалдылықты бақылаудың негізгі міндеті температурамен байланыстыру. Көптеген жылыжайларда ылғалдықты бақылау ауаның салыстырмалы ылғалдығын басқарып қана қоймай, тұтас әсерін өлшейтін БҚЖ-ға немесе ылғалдықтың жеткіліксіздігіне сүйене отырып іске асырылады. Қазақстан аумағында салыстырмалы ылғалдылық төмен деңгейде болғандықтан жылыжай өнімділігіне кері әсерін тигізуі мүмкін. Конструкциялар мен басқару жүйелері осы нақты шарттарды ескере отырып, бейімделіп жасалынуы тиіс. Сондай-ақ, әр түрлі жылыжай құрылыстарының және басқару жүйелерінің ішіндегі қалыпты ылғалдықты ұстап тұру үшін салыстырмалы ылғалдық түсінігінің маңызы зор.

Жарық үдемелілігі

Өсімдіктің өсуі үш жарықтық процесспен байланысты, атап айтсақ, фотосинтез, фотоморфогенез және фотопериодизм. Жарықтың әр нұсқасы осы процесстерге тікелей әсер етеді. Жарық, көмірқышқыл газын органикалық материалдарға айналдырып оны оттегі ретінде шығаратын фотосинтез процессінің бір бөлігі. Өсімдіктің әр түрлі жарық түрлерінің әсерінен өсуін Фотоморфогенез және күн ұзақтығының өсімдіктің өсуіне ықпалын, яғни гүлдеуі немесе түйін беруінің күнге тәуелділігін фотопериодизм деп атаймыз. Ең маңызды процесс фотосинтез, ал жарық осы процесстің негізін қалаушы. Қазақстан аумағында жазғы уақытта жарық деңгейі кез келген өсімдіктерді өсіруге жеткілікті, тек қыс айларында, ұзақ күнді қажет ететін, жарық сүйгіш өсімдіктерді жасанды жарықпен қамтамасыз ету қажет.

Көмірқышқыл газы

Көмірқышқыл газы (CO_2) фотосинтез процессін түзудегі негізгі субстрат. Бұл фотосинтез процессін арттыра отырып өсімдіктердің өсуін жылдамдатады. Қазақстандағы таза ауамен қамтылған, ауа алмасуы жақсы және желдетілетін жылыжайларда CO_2 деңгейі 300 ppm болуы тиіс.

CO_2 деңгейі қалыпты жағдайдан шоғырлану деңгейіне дейін өскенде, 700 ден 900 μ 11-1-не дейін, өсімдіктің өсуі артады. Соңғы зерттеулер CO_2 мөлшерден көп болған жағдайда (1000 μ 11-1) кері әсерін тигізетінін көрсетті. CO_2-нің өсімдікпен жұтылуы микроклиматтың өзгеде факторларына тікелей байланысты.

2. Жерасты термос-жылыжайындағы микроклиматты басқару жүйелері

Өсімдіктің тиімді өсуіне қол жеткізу үшін және өнім мөлшерін барынша арттыру үшін жылыжайлардағы микроклимат алдыңғы қатарлы мехатрондық жүйелермен басқарылуы тиіс. Жылыжайдың ішкі ерекшеліктеріне байланысты климатты қадағалау және баптау жеңіл немесе қалыпты рәсім емес. Жылыжай бақылау құралдарының баптауларының көптігіне байланысты нәтижеге және кететін шығынға әсерін байқау қиын. Жылыжайлардағы микроклиматтың динамикалық жағдайы, энергия таралымы (радиация және жоғары температура) және масса теңгерімі (су буының және CO_2 – нің шоғырлануы) сияқты физикалық процесстердің үйлесімі. Бұл процесстер сыртқы орта жағдайларына, жылыжай құрылымына, өнімнің түріне және басқару жетегінің әсеріне тәуелді.

Сумен жылыту жүйесі жылыжайдың төменгі жағына айналдыра құбыр тарту немесе желдеткіш-радиаторлар көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Ыстық сумен жылыту жүйесі жылыжайдағы температураның бірқалыпты таралуын қамтамасыз ететін жақсы тәсіл болып табылады. Сумен жылыту жүйесі келесілерден тұрады:

- жанарғысы бар қазаннан;
- негізгі қыздыру контуры;
- қосымша қыздыру контуры.

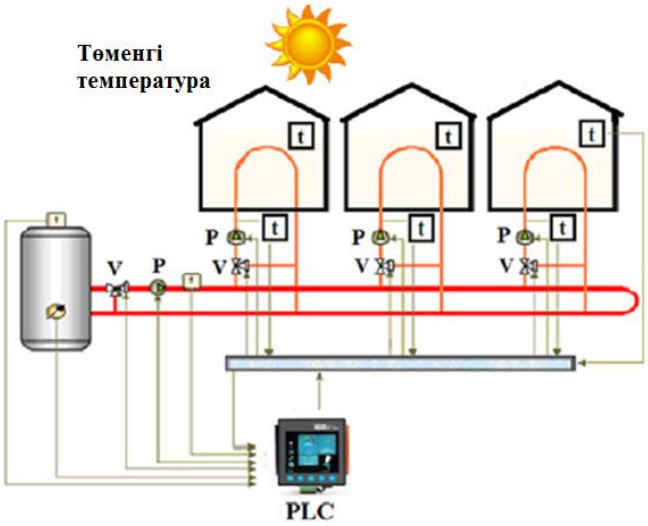
Жанарғы қазандағы суды қыздырады, қызған су негізгі контур арқылы өтеді. Ыстық су қосымша қыздыру түтіктері арқылы өсімдік арасында және қабырғада орналасқан құбырлар жүйесіне беріледі.

Жылыжайда қоршаған орта температурасын бақылап және БЛК-ға сигнал жіберіп тұратын термо-гигрометр орналастырылады. БЛК, өлшеп алынған және бізге қажетті тиімді температураның айырмашылығына сүйене отырып қазандағы және құбырлардағы су температурасын есептейді.



1-сурет. Ыстық суды айналдыратын сорғы және клапан.
1- қазандықтан келетін ыстық су, 2-құбырлардағы ыстық су, 3- салқындатқыш су.

Құбыр бетінің температурасын араластырғыш клапаннан 1-1,5 метрден кейінгі жерден өлшейді. Жүйедегі су температурасы үш түрлі араластырғыш клапандардың көмегімен ыстық және суық суларды араластыру арқылы жылыжайда қалаған температураны ұстап тұрады. Клапандар БЛК көмегімен басқарылады. БЛК клапандағы дефлектор күйін өлшемейді (позициясыз кері байланыс).



2-сурет. Жылыту жүйесінің кескіндемесі.

Сондай-ақ су сорғыштар да БЛК арқылы басқарылады. Негізгі айналдырғыш насос, бірқалыпты температуралық өрісті сақтай отырып, тұрақты жұмыс істеп тұрады (жоғары/төмен/сөндірулі). Энергия шығынын азайту мақсатында ортаңғы қыздыру секцияларында (өшірп/қосқыш) айналдырғыш насосы қолданылады.

2.1. Желдету және буландыру жүйелері

Температура, салыстырмалы ылғалдық және CO_2 деңгейін бақылауда жылыжайлардағы желдету ең маңызды жүйе болып табылады. Шатыр, алдыңғы есік және вентиляторды өзара үйлестіру арқылы жылыжайларда жақсы желдетуге қол жеткізуге болады. Температура өсімдіктің физиологиялық даму кезеңдеріне (гүлдеу, өсу, даму) тікелей ықпалын тигізеді, булану жылдамдығын бақылайды, фотосинтез процесі кезіндегі өсімдік суларының саңылаулар арқылы шығып кетпеуін бақылайды. Жылыжайлардағы температура мәні көбінесе өсірілетін өсімдіктің түріне байланысты [2].

Әр жеміс және оның даму процесі температураны әр түрлі сезінеді. Жоғары температура өсімдіктің үлкен аумақты ала отырып қарқынмен өсуін қамтамасыз етеді. Нәтижесінде суды көп мөлшерде жоғалтуға және фотосинтездің таралу үйлесімінің бұзылуына алып келетін үлкен булану жылдамдығын тудырады. Өз кезегінде бұл физикалық өзгеріске ұшырауға және өсімдіктің репродуктивті дамуына тежеу болуы мүмкін.

Жылыжайда температура, салыстырмалы ылғалдылық (термогигрометр) немесе CO_2 деңгейі (көмірқышқыл газының датчигі) жоғарлаған кезде БЛК электрқозғалтқыштарды іске қосып, шатыр люгі 10%-ға ашылады. Жел бағытына байланысты үнемі екі жағының біреуі автоматты түрде ашық тұратындай шатыр желдеткіштерінің көбелек тәрізді түрін қолданған тиімді.

Температура, салыстырмалы ылғалдық және көмірқышқыл деңгейлерінің өлшенген және берілген мәндерінің айырмашылығына сүйене отырып БЛК шатыр желдеткішінің позициясын есептеп шығарады. 3 минут өткеннен кейін БЛК қайта тексереді, егер бақыланатын параметрлер қалыпты деңгейде болмаса шатыр желдеткіші тағы 10%-ға ашылады.

Бұл процесс параметрлер мүмкін болатын максималды мәннен төмен түспейінше жалғаса береді.

Егер станция жауын-шашын немесе қатты желді байқаса БЛК шатырдағы саңылауды жабады және вентилятор немесе буландыру жүйесін іске қосады. Температура мен ылғалдықты бірқалыпты ұстап тұруда вентилятордың маңызы зор. Таза ауа жылыжайдың бір жағынан кіріп қарсы жағындағы ыстық ауаны алмастырады. Вентилятор ауа ағынын индукциялап, ыстық ауаны жоғары көтереді.



3-сурет. Желдету және буландыру жүйесі

Буландыру арқылы салқындату жылыжайдың температурасын төмендетіп қана қоймай, іштегі салыстырмалы ылғалдықты арттыруға көмектесетіндіктен Қазақстанның оңтүстік аймақтары үшін салқындатудың басқа түріне қарағанда осы түрі тиімдірек.

2.2. Ауа алмастыруға және тазартуға арналған қондырғы

Қондырғы экология саласына қатысты негізінен ауа тазартуға арналған. Қондырғы бөлме ішіндегі ауаны тазартуға және керекті температураны қамтамасыз етуге арналған [3-4].

Қондырғы негізінен жылыжайдағы ауаны алмастыруға сонымен қатар ауаны микроорганизмдерден залалсыздандыруға арналған.

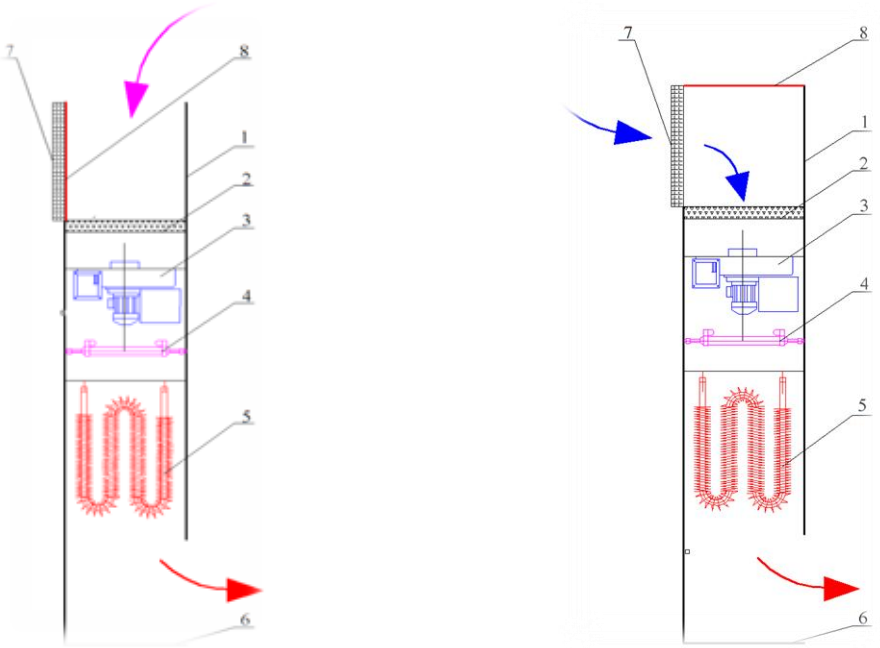
Қыс уақытында сыртқы ортаның температурасы төмен болғандықтан жылыжай ішіне сырттан ауа үрлем мүмкін болмайды, егерде жылыжай ішіндегі ауаны тазарту мақсатында сырттан ауа үрленсе, онда жылыжай ішіндегі температура төмендейді. Бұл жылыжай ішіндегі микроклиматтың өзгеруіне және энергия шығынына әкеп соқтырады.

Қондырғының негізгі жұмыстық бөлшегі ортадан тепкіш желдеткіш 3 ластанған ауаны сору және тазартылған ауаны үрлеп шығару қызметін атқарады. Қондырғының жоғарғы бөлігінен ластанған ауаны сорып тазартылған ауаны төменгі бөлігінен үрлеп шығарады.

Ұсынылып отырған қондырғы құрылысы жағынан қарапайым, қызмет көрсету жеңіл және кез келген шаруашылық бөлмелерде қолдануға болады.

Ауаны тазарту қондырғыда орнатылған сүзгілермен, микроорганизмдерді жою ультракүлгін сәулелендіргішпен және ауаны керекті температураға жылыту электр қыздырғышы көмегімен жүзеге асырылады.

Ауа тазартуға арналған қондырғы сүзгіштен 2-7, ультракүлгін сәулелендіргіштен 4 және ауаны жылыту блоктарынан 5 тұрады



а) ә)

4-сурет. А-жылыжай ішіндегі ауаны алмастыру сұлбасы.
Ә-сыртқы ортадан жылыжай ішіне ауаны үрлеу сұлбасы

Қондырғының жұмыс істеу принципі ішкі қаңқасына 1 орналастырылған электрқозғалтқыш арқылы ортадан тепкіш желдеткіш 3 іске қосылып жоғарғы бөлігінен ауа сорады. Қондырғының жоғарғы бөлігінде ішкі ауаны алмастыруға немесе сыртқы ауаны кіргізуге арналған ауа бағыттауыш жапқыш 8 орнатылған. Ауа бағыттағыш жапқыш 8 сыртқы ауаның температурасы өзгеруіне байланысты ашылып – жабылады, сыртқы ауаның температурасы жылы кезде ашылып ішке сырттан ауа кіргізеді, ал сыртқы ауа температурасы салқын болған кезде жапқыш 8 жабылып жылыжай ішіндегі ауаны жоғарыдан төменге қарай айдайды. Қондырғымен сорылған ауа жапқыш 8 алдында орнатылған ірі сүзгіден 7 өтіп, одан кейін жапқышпен 8 бағытталған ауа ұсақ сүзгігіден 2 сүзіліп өтіп желдеткіш 3 арқылы ультракүлгін сәулелегіш 4 бөлікте микроорганизмдерден тазартылып, электрқыздырғыш 5 арқылы керекті температураға дейін жылытып таза ауа сыртқа айдалады.

Қондырғының ерекшеліктері, ауа тазарту кезінде сыртқы ортаның температурасы жылы болған кезде сырттағы ауаны сүзіп кіргізеді, бұл жағдай жапқышты ашып жабуға арналған сыртқы ауаның температурасын бақылайтын сезгіш арқылы іске қосылады. Ал сыртқы ортаның ауасы салқын болған кезде жапқыш сырттан кіретін ауаны бекітіп сырттан салқын ауаның кіруін тоқтатады, осы кезде қондырғы жылыжай ішіндегі ауаны жоғарыдан жылы ауаны төменге қарай тазартып айналдырады.

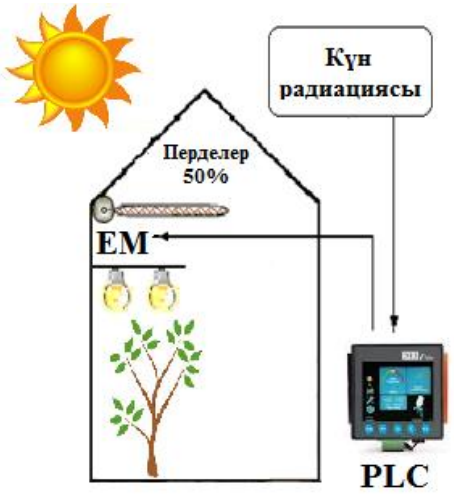
Сондай-ақ қондырғыдағы электрқыздырғышы температураның өзгеруіне байланысты керекті температураны ұстап тұруға арналған терморетгегіш арқылы іске қосылып немесе өшіріледі.

Ал қысқы уақытта сыртқы ортаның температурасы салқын болғандықтан жылыжай ішіндегі ауаны тазарту қиынға соғады. Сондықтанда жылыжай ішіндегі жоғары көтерілген жылы ауаны тазартып төменгі бөлікке үрлейді. Осылайша сырттан суық ауа кіргізбей, жылыжай ішіндегі жылы ауаны сыртқа шығармай ауаны айналымға келтіреді.

Жарықтандыру жүйесі

Өсімдіктің өсуі үш жарықтық процесспен байланысты, атап айтсақ, фотосинтез, фотоморфогенез және фотопериодизм. Жарықтың әр нұсқасы осы процесстерге тікелей әсер етеді. Жарық,

көмірқышқыл газын органикалық материалдарға айналдырып оны оттегі ретінде шығаратын фотосинтез процессінің бір бөлігі. Өсімдіктің әр түрлі жарық түрлерінің әсерінен өсуін Фотоморфогенез және күн ұзақтығының өсімдіктің өсуіне ықпалын, яғни гүлдеуі немесе түйін беруінің күнге тәуелділігін фотопериодизм деп атаймыз.



5-сурет. Жарықтандыру және көлеңкелеу жүйесі

Жасанды жарықтандыру табиғи жарық жоқ кезде немесе қараңғыланған кезде қолданылады. Күн радиациясының тікелей түсуі жылыжайлардағы температураның көтерілуінің негізгі көзі болып табылады. Бұл көлеңкелеу немесе шағылыстырудың көмегімен басқарылуы мүмкін. Көлеңкелеу әр түрлі жолдармен іске асырылады, атап айтсақ, іштен немесе сырттан көлеңкелеу қалқандары арқылы және бояулардың көмегімен. Қалқандар сондай-ақ түнгі уақытта шатыр арқылы кететін жылу шығынын азайтуға көмектеседі. Егер станция жоғары күн радиациясын сезсе БЛК электрқозғалтқышты іске қосады және қалқандар көлденең қозғалады.

Күн радиациясының өлшенген және берілген мәндерінің айырмашылығы есептелініп көлеңкелеудің орны айқындалады. Ауылшаруашылық өнімдерінің қалыпты өсуі үшін жеткілікті жарықпен қамтамасыз ететін арнаулы шамдар қолданылады (қыс айларында және бұлтты күндері). Табиғи жарық жоқ болса БЛК жасанды жарықтандыруды қосады. Фотосинтез процессіне қажетті жарық мөлшерін анықтау үшін өсімдіктің өсіп-өну мерзіміне қарай БЛК қажетті жарықтандыру уақытын есептей алады.

Қорытынды

Ауылшаруашылық өнімдерінің өсуі тиімді болуы үшін температура, салыстырмалы ылғалдылық, күн радиациясы, көмірқышқыл газы сияқты микроклиматтық параметрлер үнемі бақылауда болуы тиіс.

Жылыжай көлемі ұлғайған сайын жүйенің тиімділігі арта түседі. Жылыжайдың әр бөлігі жеке бағдарламаланатын логикалық контроллерлармен (БЛК) қамтылған және барлық БЛК-лар жиынтығы бір орталықтан басқарылады. Сөйтіп әр түрлі өсімдіктердің жиынтығын микроклиматы тиімді басқарылатын жеке блоктарда өсіруге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Lala, H.R., Nacer, K.M., Jean-Francois, B., Micro-Climate Optimal Control for an Experimental Greenhouse Automation.

[2] Farid, G., Benjamin, C.K., (2010) Automatic Control Systems.

[3] Substantiation of parameters of microclimate in greenhouses. Mukazhanov Y., Zhiyembayev Zh., Shaltabayev A., Telebayev Y., Alimbayev Ch., 17th International Scientific GeoConference SGEM 2017, Bulgaria.https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=4594;

[4] Microclimate control in greenhouses. Mukazhanov Y., Zabiyeva K., Orazbayeva A., Shayhmetov N., Alimbaev Ch., 17th International Scientific GeoConference SGEM 2017, Bulgaria https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=460;

Dautbay Ch.K., Alimbayev Ch. A., Alimbayeva Zh. N., Bayanbay N. A., Ozhikenov K. A.

Система автоматического микроклиматного управления в теплице

Резюме: Овощеводство в теплице является одной из наиболее энергоемких отраслей, и на нее приходится большая часть затрат на электроэнергию (90%) из-за отопления теплицы.

Повышение продуктивности садоводства в теплицах с низким энергопотреблением требует постоянного совершенствования системы автоматического управления микроклиматом, а наиболее ответственным из всех параметров микроклимата является температурный режим.

В связи с этим строительство подземного термоса-теплицы и создание системы автоматического управления с пониженными параметрами энергопотребления для отопления теплицы является очень важной научной проблемой в народном хозяйстве, основанной на повышении энергоэффективности теплицы и продуктивности садоводства.

Ключевые слова: параметры микроклимата, теплица, адаптивная среда.

УДК 621.9.047.7-621.385.833

M.F. Kadir[1,2], B.E. Alpysbayeva[1,2], V.Y. Smirnov[3]
(al-Farabi Kazakh National University[1],
Laboratory engineering profile of al-Farabi Kazakh National University[2],
Almaty , Kazakhstan. Forschungszentrum Jülich (FZJ)[3],
Germany. E-mail: meruyert.kadir@mail.ru

MULTISTAGE FORMATION OF MEMBRANES BASED ON NANOPOROUS ALUMINA

Abstract. The research paper presents the results of experimental work and describes the stages of formation of nanoporous alumina membranes. The process of forming a nanomembrane depends on the parameters of the anodizing process (electrolyte temperature, voltage, anodizing time, electrolyte concentration). This paper presents the results at each stage of the formation of a nanoporous membrane.

Key words: membrane, anodizing, electrolytes

М.Ф. Кәдір[1,2], Б.Е. Алпысбаева[1,2], В.Ю. Смирнов[3]
Казахский национальный университет имени аль-Фараби[1],
Лаборатория инженерного профиля КазНУ им. аль-Фараби[2],
Алматы, Республика Казахстан
Исследовательский центр Юлих[3], Германия E-mail: meruyert.kadir@mail.ru

МНОГОЭТАПНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ НАНОПОРИСТОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментальной работы и описаны стадии формирования мембран нанопористого оксида алюминия. Процесс формирование наномембраны зависит от параметров процесса анодирования (температура электролита, напряжение, время анодирования, концентрация электролита). В данной работе представлены результаты на каждом этапе формирования нанопористой мембраны.

Ключевые слова: мембрана, анодирования, электролиты

Введение

Особенный класс из элементов нано- и микро системной техники - это класс мембраны. Мембрана – это тонкая перегородка, обладающая пористой структурой, которая может проявить селективные свойства. Среди пористых мембран наибольший интерес вызывают мембраны на основе нанопористого оксида алюминия, формируемые методом электрохимического анодирования [1]. Еще одним способом получения мембран на основе нанопористого оксида алюминия является золь-гель технология. Но эта технология не позволяет получить пористую структуру капиллярного типа. А мембраны, полученные методом электрохимического анодирования, характеризуются высокоупорядоченной структурой с параллельными вертикальными порами [2, 3, 4].

Мембраны на основе нанопористого оксида алюминия, полученные методом электрохимического анодирования, используются в качестве фильтров для очистки воды [5], высокочувствительные химические вещества и биодатчиковые устройства [6-10], капсулы для транспортировки лекарственных препаратов [11].

В работе [12] показан процесс изготовления мембран с использованием объемной алюминиевой стружки: 1) генерация рисунка по лазерной интерференционной литографии на резистивном слое; 2)

перенос рисунка в алюминиевую подложку; 3) удаление резистивного слоя; 4) анодирование алюминия. В ходе процесса на первой стадии анодирования появляются поры. Для получения мембран идеальной, последовательной структуры из оксида пористого алюминия проводят второй этап очередного процесса анодирования, но первоначальное расположение сохраняется на стадии расширения пор. Для успешного проведения литографической обработки важное значение играет начальное состояние поверхности.

Экспериментальная часть

В данной работе мембраны на основе нанопористого оксида алюминия были получены с помощью электрохимического анодирования. В качестве образцов были выбраны алюминиевые фольги с содержанием чистого алюминия 99,99% толщиной 50 микрон. Анодирование осуществляли использованием источника тока АТН – 1301 при комнатной температуре в растворе 0,4М $(COOH)_2$. Напряжение формовки пористых мембрана на основе оксида алюминия состовляло 70В. Формирование мембран на основе нанопористого оксида алюминия осуществлялся поэтапно и на каждом этапе были исследовались структурные особенности с помощью сканирующего электронного микроскопа.

Результаты и обсуждение

На рисунках 1 (а,б,в,г,д) представлены СЭМ изображения пленок нанопористого оксида алюминия на каждом этапе формирования. Процесс формирования мембран на основе нанопористого оксида алюминия был проведен в целом на следующих этапах: 1 – проведение первого этапа процесса анодирования (а); 2 – удаление оксидных слоев, полученных на первой стадии процесса анодирования (б); 3 – вторая стадия процесса анодирования (в); 4 – удаление алюминия с тыльной стороны наноструктурированной пористой пленки (г); 5 – вскрытие пор с тыльной стороны наноструктурированной пористой пленки (д). После каждой стадии формирования структурные параметры обзарцов контролировались с помощью сканирующего электронного микроскопа. Для того, чтобы получить сквозную мембрану необходимо провести все вышеуказанные стадии формирования. При этом также необходимо контролировать каждый этап формирования наномембраны, иначе отклонения от изначального плана в любой из вышеуказанных этапах могут привести к изменению в любой другой стадии формирования нанопористой мембраны.

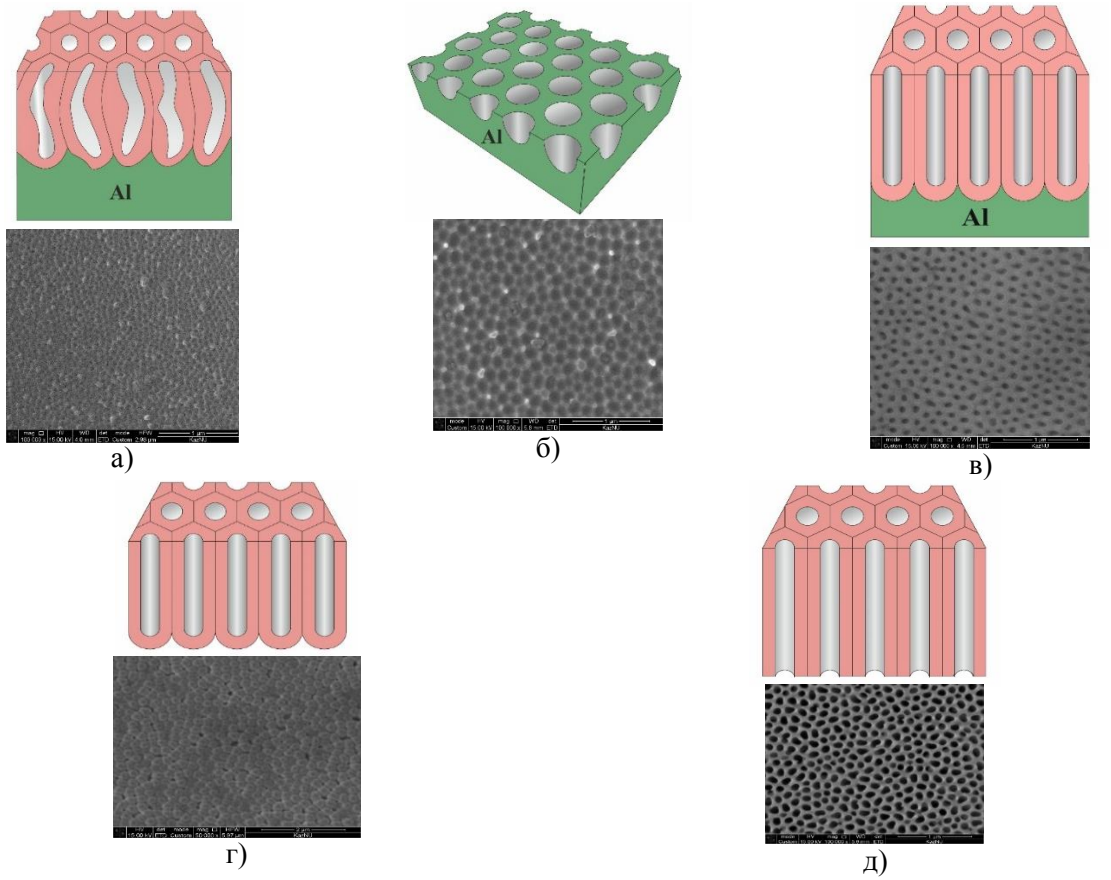
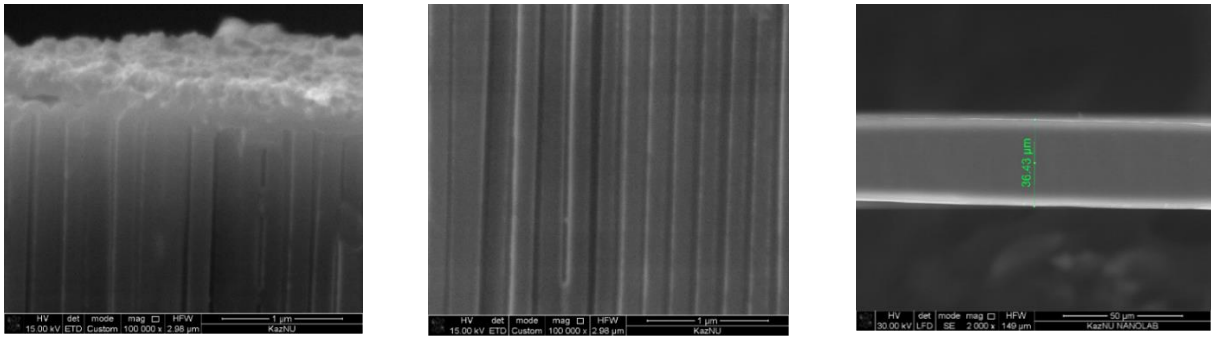


Рис. 1. СЭМ изображение пленок пористого оксида алюминия на каждом этапе формирования

Получение наномембран проводится в несколько этапов так как формирование пор в начальной стадии хаотично и пор в глубь начинают расти также хаотично. Затем после некоторого времени, когда стены соседних пор столкнутся друг с другом, поры начинают расти перпендикулярно к подложке и параллельно друг к другу. В таком случае необходимо удалить первоначальный слой нанопористой структуры и затем продолжить процесс получения пористой мембраны. После того как необходимая толщина будет достигнута, необходимо остановить процесс анодирования и удалить алюминиевую подложку. Последней стадией формирования нанопористой мембраны станет вскрытие пор, что будет занимать определенное время. Время вскрытия пор зависит от напряжения, при котором была получена пористая мембрана. Чем выше напряжение, тем больше времени понадобится для вскрытия пор, так как толщина стен будет больше.

Так же были получены СЭМ изображения мембран на сколе (рисунок 2а,б,в). Толщина мембраны на основе оксида алюминия оценивалась с помощью сканирующей электронной микроскопии. Толщина мембран полученный при U=70В, t=40 мин составляла 36.43 мкм.



а) б) в)

Рис. 2. СЭМ изображения мембран на сколе (U=70В, t=40 мин):
а – мембрана на сколе с закрытыми порами; б – мембрана на сколе; в – толщина мембраны

Вскрытие пор на дне слоя пористого оксида алюминия требует удаления алюминия с тыльной стороны наноструктурированной пористой пленки (рисунок 3). Остатки алюминия удалялся с помощью водного раствора соляной кислоты. Поры вскрывались при обработке в растворе 5 масс. % ортофосфорной кислоты при комнатной температуре. На рисунке 3 представлено СЭМ изображение мембраны при вскрытие пор с тыльной стороны, но как видно на изображении поры вскрыты не полностью.

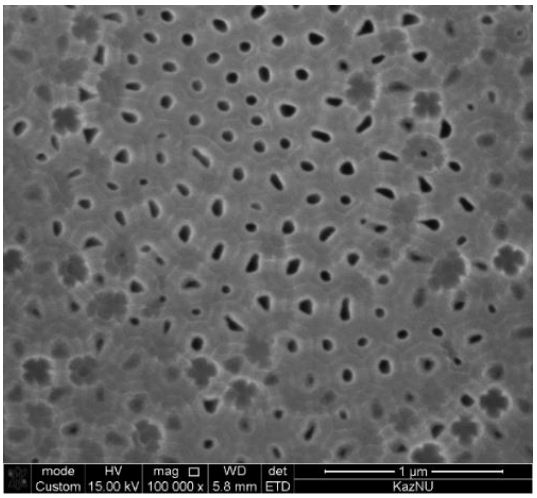


Рис. 3. СЭМ изображение мембран

Заключение

В данной работе представлены результаты процесса формирования мембраны на основе нанопористого оксида алюминия. Процесс формирования наномембраны состоит из нескольких этапов. Параметры мембраны (размеры пор, толщина мембраны и др.) зависят в первую очередь от параметров процесса анодирования (температура электролита, напряжение, время анодирования, концентрация электролита). Как показали результаты исследования, для получения мембраны на основе нанопористого оксида алюминия необходимо правильно подбирать параметры процесса анодирования и на каждом этапе контролировать процесс получения с помощью сканирующей электронной микроскопии.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Vorobjova A.I., Shimanovich D.L., Outkina E.A. et al. Highly ordered through-holes porous alumina membranes for nanowires fabrication // Appl. Phys. A: Materials Science & Processing. 2018. V. 1. P. 124–132.

[2] Lee W., Ji R., Sele U.G., Nielsch K. Fast fabrication of long-range ordered porous alumina membranes by hard anodization // Nature materials. 2006. V. 5 P. 741 - 747.

[3] Du Y., Cai W.L., Mo C.M., Chen J., Zhang L.D. and Zhu X.G. Preparation and photoluminescence of alumina membranes with ordered pore arrays // Applied Physics Letters. V. 74. № 20. 1999. P. 2951-2953.

[4] Lee W., Park S.J. Porous Anodic Aluminum Oxide: Anodization and Templated Synthesis of Functional Nanostructures // Chem. Rev. 2014, 114, 7487–7556.

[5] Gyurcsányi R.E. Chemically-modified nanopores for sensing // *TrAC Trends Anal. Chem.* 2008, *27*, 627–639.

[6] Santos A., Kumeria T., Losic D. Nanoporous anodic aluminum oxide for chemical sensing and biosensors // *TrAC Trends Anal. Chem.* 2013, *44*, 25–38.

[7] Ingham C.J., ter Maat J., de Vos W.M. Where bio meets nano: The many uses for nanoporous aluminum oxide in biotechnology // *Biotechnol. Adv.* 2012, *30*, 1089–1099.

[8] Мухуров Н. И., Гасенкова И. В., Андрухович И. М. Особенности формирования прецизионных чувствительных элементов датчиков космической плазмы // Нано- и микросистемная техника, 2015. Т. 174, № 1. – С.48–56.

[9] *Dorothea Brüggemann* Nanoporous Aluminium Oxide Membranes as Cell Interfaces // Journal of Nanomaterials Volume 2013, Article ID 460870, P. 1–18.

[10] Cheryl Suwen Law, Georgina Sylvia, Nemati, Mahdieh Nemati. et al. Engineering of surface chemistry for enhanced sensitivity in nanoporous interferometric sensing platforms // Applied Materials & Interfaces. 2017. V. 9 (10). P. 8929–8940.

[11] Md Jani A.M., Losic D., Voelcker N.H. Nanoporous anodic aluminium oxide: Advances in surface engineering and emerging applications // *Prog. Mater. Sci.* 2013, *58*, 636–704.

[12] Josep M. Montero Moreno, Martin Waleczek, Stephan Martens, Robert Zierold, Detlef Görlitz, Victor Vega Martínez, Victor M. Prida and Kornelius Nielsch Constrained Order in Nanoporous Alumina with High Aspect Ratio: Smart Combination of Interference Lithography and Hard Anodization // Adv. Funct. Mater. 2014, 24, 1857–1863.

Кәдір М.Ф., Алпысбаева Б.Е., Смирнов В.Ю.

Нанокеуекті алюминий оксиді негізіндегі мембраналардың көпсатылы қалыптасуы

Түйіндеме. Осы жұмыста тәжірибелік жұмыстың нәтижелері көрсетілген және нанокеуекті алюминий оксиді негізіндегі мембраналардың қалыптасу сатылары сипатталған. Наномембраналардың қалыптасу процесі анодтау процесінің параметрлерінен тәуелді (электролит температурасы, кернеу, анодтау уақыты, электролит концентрациясы). Осы жұмыста нанокеуекті мембраналар қалыптасуының әрбір сатысындағы нәтижелер көрсетілген.

Түйін сөздер: мембрана, анодтау, электролиттер

УДК 621.396.2:681.7

R.F. Rakhmatullina, A.O. Kasimov
(Institute of space technique and technology, Almaty, Kazakhstan
e-mail: rizarakhmat25gmail.com)

NEW TECHNOLOGY OF DATA TRANSMISSION: LI-FI

Abstract. Motivated by the looming radio frequency (RF) spectrum crisis, this paper aims at demonstrating that optical wireless communication (OWC) has now reached a state where it can demonstrate that it is a viable and matured solution to this fundamental problem. In particular, for indoor communications where most mobile data traffic is consumed, light fidelity (Li-Fi) which is related to visible light communication (VLC) offers many key advantages, and effective solutions to the issues that have been posed in the last decade. This paper discusses all key component technologies required to realize optical cellular communication systems referred to here as optical attocell networks. Optical attocells are the next step in the progression towards ever smaller cells, a progression which is known to be the most significant contributor to the improvements in network spectral efficiencies in RF wireless networks.

Key words: light fidelity (Li-Fi), optical wireless communications (OWC), Visible Light Communication (VLC), LED.

Introduction

Nowadays world there are about 1.4 million cellular radio stations, base stations with more than 5 billion mobile phones are deployed. Mobile phones transmit over 600 TB of data. Nowadays, wireless communication uses radio waves, and therefore the spectrum of radio waves is one of the most important requirements for wireless communication. With improvements in technology and an increasing number of users, the existing spectrum of radio waves cannot meet this need. To solve the problems of scalability, availability and security, scientists offer the concept of wireless data transmission via light-emitting diodes called Li-Fi, which is the latest modern technology that uses LED, which in its data transmission characteristics is much faster and more flexible than the data that can be transmitted via Wi-Fi. LED lamps are widely used for home and office because they have high light efficiency. Visible Light Communication (VLC) is a new way to wirelessly communicate using visible light. Typical common transmitters such as LEDs and photo diodes, image sensors will be used for Li-Fi communication. In this system, these devices will be used not only for indoor lighting, but also for the new Li-Fi optical wireless communication system.

Li-Fi is a new high speed, low cost and economical solution for the radio frequency spectrum shortage, so it is expected that it will be implemented with the widespread use of optoelectronic LEDs. Due to the mass production of these low-cost devices, they do not have sufficiently clear characteristics. At Li-Fi, light reacts to minor changes in light intensity, so the communication channel will be affected by the non-linearity of the Volt-amper characteristic. Pre-strain methods have been suggested as a solution to this problem to mitigate the effects of non-linear distortion. [1]

Relevance

Demand for wireless mobile traffic has grown exponentially over the past decade, which in turn has dramatically increased the demand for new next-generation 5G wireless technologies to provide communications services with higher data rates, lower latency and significantly increased service quality. Along with such technologies and Li-Fi, which uses a licensed spectrum of visible light (about 430 - 770 GHz) for bidirectional operation, high-speed and fully networked wireless communication. Compared to the radio frequency antenna, Li-Fi typically uses LEDs as a signal transmitter, which is more cost-effective and energy efficient. Experimental studies have shown a transmission rate of 5 Gbit/s using LEDs of gallium nitride with a maximum optical power of about 3 mW . Also, the bandwidth of 3 dB LEDs usually ranges from 10 to 60 MHz. In the future, laser diodes (LDs) can be used as a promising alternative for even higher data, and it is expected that data transmission rates of more than 100 Gbit/s can be achieved at standard room lighting levels. [2]

It is also relevant that with the existing widespread use of LED lighting in homes, offices and streetlights, Li-Fi can be added to existing data networks as an additional network layer. The advantage is that Li-Fi can significantly increase the overall network bandwidth, as it neither receives nor adds any interference to the network. In addition, since light does not pass through opaque objects, Li-Fi technology has a higher level of information security than radio frequency systems. Given the large number of LEDs installed indoors without access to street light, a typical Li-Fi network is expected to exceed hundreds of Gbps. In this case, optical fibers, with their high bandwidth, will be installed as the basis for high-speed Li-Fi networks. Fig. 1 shows a simplified schematic view of the network.

Li-Fi network, integrated with fiber optic communication. The architecture of the center consists of a central office (CA), which is connected to the metro network and a number of Li-Fi access points (APs) via fiber optic lines. Power cables are connected between the power supply and Li-Fi access points to provide power, but not to transmit information. [3]

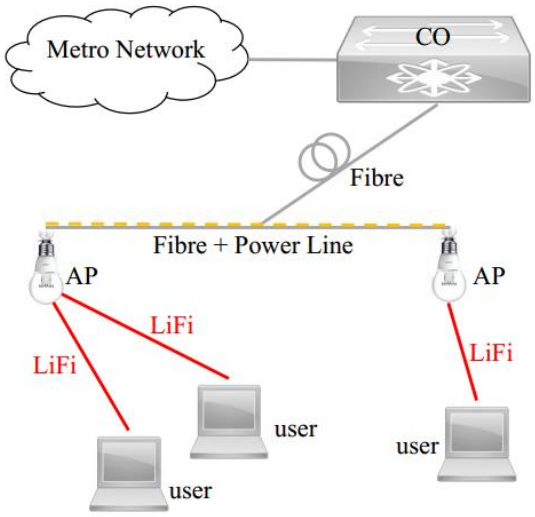


Figure 1. Diagram of Li-Fi technology and fiber optic communication.

Working Principle

- On the one hand, all data on the Internet will be transmitted to the lamp driver when the LED is turned. The microchip converts the digital data into light.

- A light-sensitive device (photo detector) receives an alarm and converts it back to the original data.

This method uses fast pulses of light in order to transmit information wirelessly, this effect is called Visible Light Message.

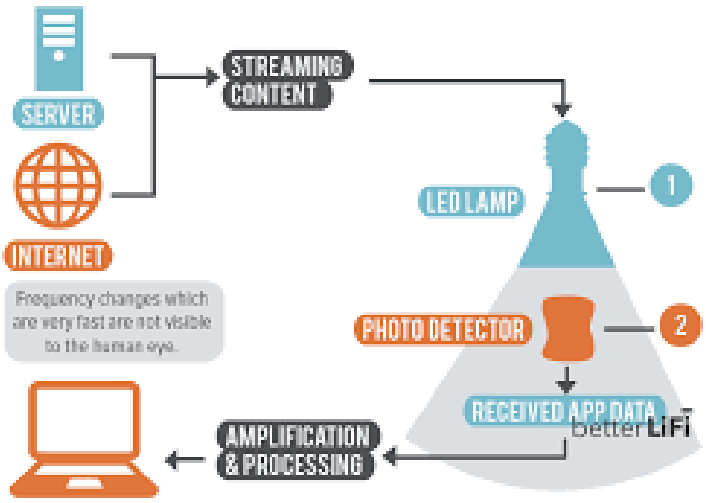


Figure 2. How the Li-Fi technology works.[4]

The light emitted by the LED lies within a narrow range of the spectrum. In other words, its crystal initially emits a specific color (if we are talking about the visible range LED) - in contrast to the lamp, which emits a wider spectrum, where the desired color can be obtained only by using an external light filter. The emission range of the LED largely depends on the chemical composition of the used semiconductors.

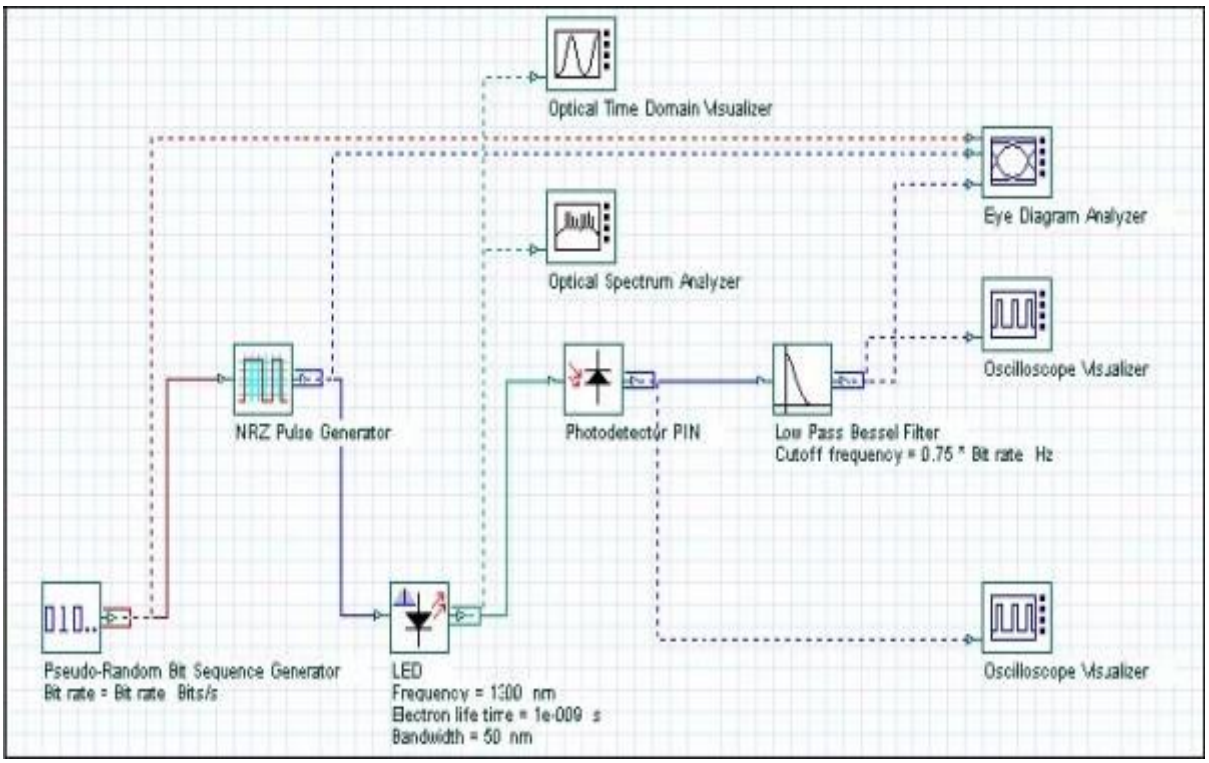


Figure 3. Layout of the project

The frequency response of the LED is determined by the dynamics of the carrier (and therefore limited by the lifetime of Tn) and the parasitic capacitance of the LED If a small, constant forward shift is used, the effect of the parasitic capacitance of the LED can be neglected. The LED 3-dB optical bandwidth modulation is defined as the modulation frequency at the LED power transfer function is reduced by 3 dB. The LED 3-dB optical bandwidth modulation can be expressed as the modulation frequency:

$$f_{3dB} = \sqrt{3} / 2\pi / (T_n + T_{RCn}).$$

The default lifetime values of the carrier Tn and RC constant TRC are 1 ns and 1 ns respectively. Thus, the frequency of the f3dB portal is about 140 MHz.

Discussion of numerical parameters: e.g. baud rate 300 Mbit/s, sequence length 128 bits, so the time interval is about 430 ns. The selection per bit is 256, so the sampling rate is 76 GHz. Therefore, the default resolution is about 2 MHz. First let's keep the media Tn and RC lifetime in a constant state, which means f3dB constitute about 140 MHz, and analyze the eye chart closing as a measure for system performance. The results for 100 Mbps and 300 Mbps transmissions are as shown in Figure 4.[6].

We would like to demonstrate the properties of LED modulation response

Obviously, the performance of the digital system is significantly impaired by increasing the data transfer rate above the optical modulation bandwidth of LED 3 dB.

Adventures and disadvantages

Li-Fi has the following advantages over other competing radio technologies, such as Wi-Fi and cordless cellular phones. Li-Fi has the highest speed not currently available to other systems because the frequency is higher than 3 GHz. What if all the lights in your rooms communicate with each other and build a bridge from wireless networks that provide Internet access? Li-Fi - that would be the technology. It's the best solution compared to Wi-Fi technology, which can also be used to extend wireless networks in your home network or in your office or university for data transfer at 10 Gbps, 100 Mbps "on the go" data rate.

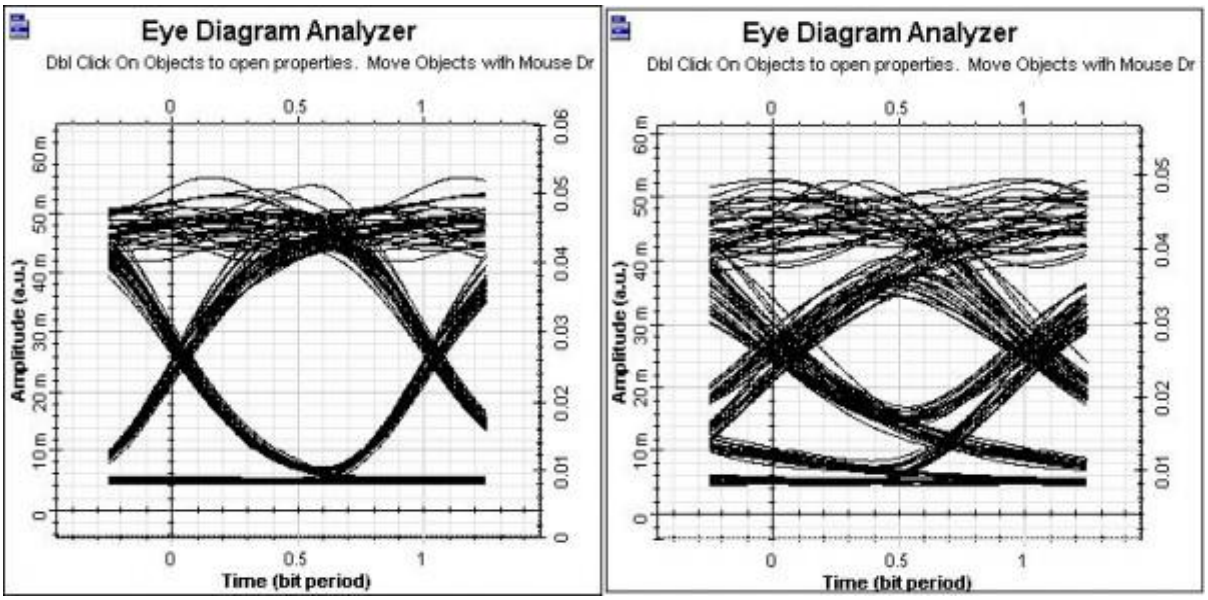


Figure 4. Performance of the system with "Eye Chart"

At the heart of this technology is a new generation of high brightness LEDs. Visible Light Communication (VLC) is a potential solution for global wireless communications based on the visible light transmission method. Visible light does not penetrate through thick and opaque materials such as walls and partitions, which is a disadvantage. At the same time, however, the advantage is that visible light does not pose a health risk to the human body or eyes. Visible light also has the following advantages compared to infrared communication technology:

-Visible light can literally be seen in a way that a person notices.

where the data is being transmitted from.

- LED lighting is widely used in the construction of all types of buildings, providing visible light communication.

- Easy to implement Li-Fi technology today.

One of the main disadvantages of this technology is that artificial light can not penetrate into walls and other opaque objects and materials that are capable of radio waves. So, Li-Fi included in the terminal device (through its built-in photo receiver) can never be as fast and convenient as a device with support for Wi-Fi outdoors. In addition, another disadvantage is that it only works when in direct contact with light. But still, Li-Fi will definitely be the best choice to access the internet in a limited room at a lower price. [6]

LITERATURE

[1] Mohamed Sufyan Islim and Harald Haas // Magazine ZTE Comunications // – April 2016. –№ 2. – p. 34-38.

[2] Liang Yin, Mohamed Sufyan Islim, Harald Haas// Li-Fi: transforming fibre into wireless// - 28 January 2017. – p. 2-8.

[3] Komine, T. and Nakagawa, M. //"Integrated System of White LED Visible-Light Communication and PowerLine Communication," // - 2003 - p.71–79.

[4] Li-Fi: Science magazin LanTorg.com// Light is transmiting the Internet // May 2017 // №3

[5] R.Karthika , S.Balakrishnan // Wireless Communication using Li-Fi Technology // International Journal of Electronics and Communication Engineering - volume 2 - Issue 3 - March 2015.

[6] optiwave.com// optical system led modulation response // 2016 y.

Рахматуллина Р.Ф., Касимов А.О.

Деректерді берудің жаңа технологиясы: LI-FI

Түйіндеме. Li-Fi - бұл VLC-технологиясы, жарық арқылы деректерді берумен айналысатын көрінетін жарықпен байланыс технологиясы, оптикадан талшықты шығарып, жарықдиодты шам арқылы деректерді жіберу, ол адам көзіне қарағанда қарқындылығы жылдам өзгеріп отырады. Көрінетін жарық байланысы (VLC) - көрінетін жарықты пайдалана отырып, деректерді беру әдісі негізінде жаһандық сымсыз байланысқа арналған әлеуетті шешім. Li-Fi қазір 802.15.7 IEEE стандарты шеңберінде көрінетін жарық (VLC плеер көмегімен) арқылы байланысқа кіреді. Бұл өте оңай түсіндіруге болады, өйткені жарық диод қосылған болса, сіз деректерді жібересіз,

демек, сіз 1 санын жібересіз; және жарық диод өшірілген болса, 0 санын немесе нөл, немесе жай ғана деректерді беру болмайды. Сіз оларды өте жиі қосуға және өшіруге болады, өйткені жарықдиодты қарқындылығы адам көз байқай алмайды, сондықтан жарық түрінде шығу тұрақты болып көрінеді және, демек, тұрақты байланыс ұсынады, сондықтан тез модуляцияланады, өйткені деректерді оңай беруге болады. Күрделі тарату әдістері VLC арқылы деректерді беру жылдамдығын одан әрі арттыра алады.

Жұмыста жарықтығы жоғары жарықдиодтардың жаңа буынының көрнекі сұлбасы келтіріледі. Жарық диодының жиіліктік сипаттамасы тасымалдаушы динамикасымен (және, демек, Tn қызмет мерзімімен шектелген) және жарық диодының паразиттік сыйымдылығымен анықталады. Жарықдиодты 3-дБ оптикалық өткізу жолағының модуляциясы жарықдиодты қуат беру функциясында модуляция жиілігі ретінде анықталады 3 дБ азаяды. Тасушыдан және КЖ қызмет ету мерзімі тұрақты жағдайда, бұл талдау кезінде көз диаграммасының жабылуын жүйенің өнімділігі үшін шара ретінде маңызды қорытынды жасауға болады. 100 Мбит/с және 300 Мбит/с жылдамдықпен беру нәтижелері жоғары дәлдікпен "көз диаграммалары" түрінде ұсынылған.

Бұл технологияның жүрегі-жарықтығы жоғары жарықдиодты жаңа ұрпақ. Технология өте кемшілігі бар, бірақ ол Wi-Fi үшін тамаша балама болуға және кейбір аспектілерде тіпті одан асып кетуге кедергі келтірмейді.

Түйінді сөздер: Light Fidelity; диод; VLC; Li-Fi; Wi-Fi; өткізу қабілеті; Сымсыз байланыс; көрінетін жарық байланысы; LED;

Рахматуллина Р.Ф., Касимов А.О.

Новая технология для передачи данных: LI-FI

Резюме. Li-Fi - это VLC-технология, технология связи с видимым светом, которая занимается передачей данных через освещение, извлекая волокно из оптики, посылая данные через светодиодную лампочку, которая изменяется в интенсивности быстрее, чем человеческий глаз. Видимая световая связь (VLC) - потенциальное решение для глобальной беспроводной связи, на основе метода передачи данных с использованием видимого света. Li-Fi сейчас входит в связь с помощью видимого света (с помощью VLC плеер) в рамках стандарта 802.15.7 IEEE. Это можно очень легко объяснить, так как, если светодиод включен, вы передаете данные, значит, вы передаете цифру 1; и если светодиод выключен, вы передаете цифру 0, или ноль, или просто передача данных не происходит. Поскольку вы можете включать и выключать их очень часто, вы можете легко передавать данные, потому что интенсивность светодиодов модулируется так быстро, что человеческий глаз не может заметить, поэтому выход в виде света кажется постоянным и, следовательно, предлагает постоянную связь. Более сложные методы передачи могут еще больше увеличить скорость передачи данных через VLC.

В работе приводится наглядная схема нового поколения светодиодов высокой яркости. Частотная характеристика светодиода определяется динамикой несущей (и, следовательно, ограничена сроком службы Tn) и паразитной емкостью светодиода. Светодиодная 3-дБ модуляция оптической полосы пропускания определяется как частота модуляции на светодиодной функции передачи питания уменьшается на 3 дБ. Срок службы Tn носителя и RC в постоянном состоянии, что означает что при анализе закрытие глазной диаграммы в качестве меры для производительности системы можно сделать существенные выводы. Результаты для передачи со скоростью 100 Мбит/с и 300 Мбит/с представлены в виде «Диаграммы глаза» с высокой точностью.

Сердце этой технологии - новое поколение светодиодов высокой яркости. У технологии достаточно минусов, но это не мешает ей становиться отличной альтернативой для Wi-Fi и в некоторых аспектах даже превосходить ее.

Ключевые слова: Light Fidelity; Светодиод; VLC; Li-Fi; Wi-Fi; Пропускная способность; Беспроводная связь; Связь видимого света; LED;

УДК. 004.057.5

M.A. Golovchun , O.V. Kiseleva
([1]Turan University, Almaty, the Republic of Kazakhstan)
E-mail: glvchn.m@gmail.com

USING ARDUINO IN ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS

Abstract: Designing new systems using modern methods to solve the environmental problems of densely populated cities should be a priority for both public authorities and every citizen.

The article considers the relevance of Arduino microcontrollers in environmental monitoring systems. The methods and systems for monitoring atmospheric air using an Arduino microcontroller are considered.

Keywords*:* Air quality indicators, Arduino, environmental monitoring, integrated monitoring system.

М.А.Головчун , О.В.Киселева
([1]Университет Туран, Алматы, Республика Казахстан)
E-mail: glvchn.m@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ARDUINO В СИСТЕМАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Аннотация: Проектирование новых систем с использованием современных методов для решения экологических проблем густонаселенных городов должно стать приоритетной задачей как для органов государственной власти, так и для каждого гражданина.

В статье рассматривается вопрос актуальности микроконтроллеров Arduino в системах экологического мониторинга. Рассмотрены методы и системы мониторинга атмосферного воздуха с использованием микроконтроллера Arduino.

Ключевые слова: Показатели качества воздуха, Arduino, экологический мониторинг, интегрированная система мониторинга.

Введение

Проблема загрязнения и качества воздуха становится все более актуальной. Основным подходом для решения данного вопроса является совершенствование систем экологического мониторинга, осуществляемых посредством технологической базы. Методическим обеспечением является анализ пылевого загрязнения и наличие загрязняющих веществ в воздухе. Целью данной статьи является анализ применимости плат Arduino в системах экологического мониторинга.

Мониторинг сегодня представляется как комплексная система, состоящая из нескольких модулей, где каждый выполняет четко отведенную ему роль и в тоже время органично взаимодействует с другими частями системы. К тому же эта система обеспечивающих сбор и обработку информации, полученной в выбранном пространственно-временном поле, дальнейшую интерпретацию материала, моделирование, прогноз и принятие управленческих решений [1].

Виды загрязняющих веществ

Чистота и качество воздуха имеют непосредственное влияние на здоровье и качество жизни человека. Ритм жизни современного человека в городе имеют негативные тенденции к ухудшению качества окружающей среды и поэтому встает острая необходимость в мониторинге состояния сей среды. На передний план встают технологии и методы недорого и качественного мониторинга окружающей среды, которые могут использовать как профильные организации, так и среднестатистический человек. Аппаратное и программное обеспечение должны тесно взаимодействовать друг с другом для получения максимально достоверных и качественных данных. Согласно классификации доктора университета Дьюка Дэниэла Валлеро, выделяют 6 типов частиц, загрязняющих воздух- частицы PM, SO2(диоксид серы), CO (окись углерода), O3 (озон), NO2(двуокись углерода) и Pb(свинец) [2].Устойчивость растений к диоксиду серы (SO2), образующейся при сгорании серосодержащего топлива (работа предприятий теплоэнергетики, котельных, отопительных печей населения, а также транспорта, особенно дизельного) различна [3]. Одним из главных критериев оценки качества воздуха является ПДК (предельно допустимая концентрация). Предельно допустимая концентрация – это максимальная концентрация примеси в атмосферном воздухе, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает и не окажет на него вредного влияния (включая отдаленные последствия) и на окружающую среду в целом [4]. Действительно, проблема загрязнения является повсеместной и ученые, и энтузиасты из разных стран объединяются для её решения.

Особенности микроконтроллера Arduino в проектировании систем экологического мониторинга.

Для решения проблем, связанных с экологическим мониторингом, существуют разные способы, модели, аппаратное и программное обеспечение, но в данной работе будет рассматриваться модель на основе аппаратного обеспечения микроконтроллера Arduino и соответствующих датчиков. Система по своей примитивна, но в этом и кроется её главное достоинство. Аппаратное обеспечение микроконтроллера состоит из процессора и памяти, а также множества пинов и контактов, через которые может происходить подключение сторонних модулей будь то датчик загрязнения, движения или Wi-Fi адаптер. Проектируемая система является системой реального времени, так как она принимает данные от датчиков (в нашем случае датчики углекислого газа, давления и т. д.) [5].

В небольших системах экологического мониторинга с небольшими объемами входных данных микроконтроллер Arduino активно применяется ввиду своей дешевизны, простоты использования и настройки. За программную составляющую экосистемы Arduino отвечает интегрированная среда разработки Arduino IDE.

В качестве примера завершенной системы мониторинга окружающей среды можно рассмотреть следующее:

1.Микроконтроллер Ардуино Uno/Mega
2.Датчик газа MQ-7
3.GSM модуль
4.GPS модуль
5.LCD модуль

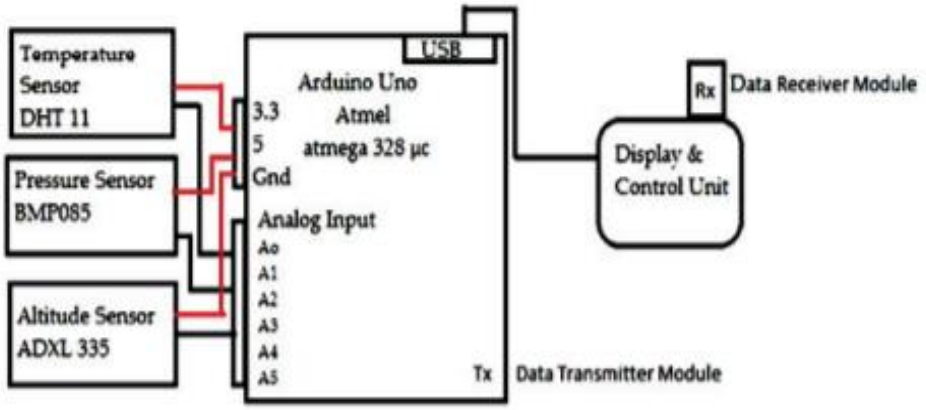


Рис 1. Блок схема системы мониторинга

Данная модель была использована учеными из Калькутты для мониторинга окружающей среды. Поскольку раньше исследования в области экологического мониторинга с использованием спутниковых технлогий стоили достаточно дорого приобрели популярность встроенные системы [7].

Проектирование веб-интерфеса

Весь процесс представляет собой сбор данных от датчиков газа, давления, влажности и их передачи посредством сети интернет в базу данных MySQL(или любую другую реляционную базу данных) и на сервер, где происходит их дальнейшая обработка. Клиентская часть разрабатывается с помощью языка программирования JavaScript, и других библиотек и фреймворков. Выбор платформы для серверной части системы не имеет большой роли, так как любой язык программирования или сопутствующий ему фреймворк предназначенный для серверной части, будь то Node.js, Django, Laravel покроет все необходимые нужды для реализации системы.

Методы сбора и анализа данных?

К прямому методу измерений загрязняющих веществ относится ракетное зондирование, к косвенным использование радиолокаций, метеолидаров, СВЧ и оптической техники [8]. Следует отметить, что с помощью лидаров, в принципе, возможно, определять концентрации загрязняющих веществ. Так, например, перестраиваемый лидар в ИК-диапазоне (от 2,7 до 3,7 мкм) позволяет измерять концентрации углеводородных газов (метан, этан), а также сероводород и другие газы с пределом обнаружения до 2 ppm [9].

Стоит отметить, что в проектировании таких систем применяются нестандартные методы сбора данных. В качестве примера можно привести статью индонезийских исследователей. В проекте индонезийских исследователей Pangestu Wonohardjo и Gede Putra Kusumaa для мониторинга окружающей среды использовались датчики на основе платформы arduino, установленными на бампер машины [10,11]. В исследовании было использовано два метода мониторинга загрязнения атмосферного воздуха углекислым газом и другими тяжелыми веществами:

1.Выборка на основе расстояния. В этом методе устанавливается расстояние в 100 метров между выборками. Когда автомобиль проезжает 100 метров производится сбор необходимых данных. С помощью датчика GPS обновляется местоположение системы.[10]

2.Выборка по времени. Скорость автомобиля составляет 40 км/ч, через каждые 9 секунд производится сбор необходимых данных.[10]

Как отмечают сами исследователи наиболее точным и оптимальным является метод выборки на основе расстояния, ввиду меньшего отклонения и задержки при отправке данных, что позволяет наиболее точно производить мониторинг. Расстояние между двумя точками рассчитывалась по формуле Гаверсинуса (Haversine formula):

$$d = 2Rsin^{-1}\sqrt{sin^2\left(\frac{\theta_{1-\theta_2}}{2}\right) + cos(\theta_1)cos(\theta_2)sin^2\left(\frac{\phi_{1-\phi_2}}{2}\right)}$$

Где:

d-расстояние между двумя точками (км)

R-средний радиус земли = 6371 км

θ_1=Широта точки 1 (радиан)

ϕ_1= Долгота точки 1(радиан)

θ_2=Широта точки 2 (радиан)

ϕ_2= Долгота точки 2(радиан). [12,13]

Также представляет интерес проект исследователей Sheikh Ferdoush и Xinrong Li из Университета Северного Техаса в Дентоне. В данном исследовании была сконструирована система качества воздуха в помещении на основе микроконтроллера Raspberry Pi и Arduino Uno в связке с приемопередатчиком ZigBee и датчиком температуры и влажности. Данный проект программно оснащен лучше, так как имеет в своем распоряжении несколько сенсорных и корневых узлов [14]. Клиентская часть проекта была сделана с помощью библиотеки Flot. Flot - библиотека JavaScript графиков для jQuery [15].

Для передачи данных используются беспроводные сети. Для сетей с низкой скоростью передачи данных используется стандарт IEEE 802.15.4, который определяет физический и средний уровни управления доступом [16].

Заключение.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что система мониторинга качества воздуха на основе микроконтроллера Arduino является актуальным и отвечает всем требованиям к точности и валидности получаемых данных. Более того система отказоустойчивая, недорога в разработке и легко поддерживаема.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А.П.Хаустов., М.М.Редина. Экологический мониторинг. Учебник для академического бакалавра. — издание — М.: Юрайт, 2019. — С.22,23.

[2] Vallero.D.Fundamentals of air Pollution. — 5th ed. — M.: London, Elsevier Inc, 2014 — p.996.

[3] [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://docplayer.ru/42552844-Bioindikacionnye-metody-ekologicheskogo-monitoringa-atmosfernogo-vozduha.html.

[4] [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/PREDELNO_DOPUSTIMAYA_KONTSENTRATSIYA_PDK_VREDNIH_VESHCHESTV.html.

[5] Кубеков.Б.С. Технологии разработки программного обеспечения — 2 издание — М.: Университет Туран, 2014 — С.68.

[6] Weather Forecasting using Arduino Based Cube-Sat. M. Rahaman Laskara, R. Bhattacharjeea, M. Sau Giria and P. Bhattacharya. Доступен по ссылке:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916311437.

[7] Karthik Krishnamurthy, Suraj Thapa, Lokesh Kothari and Arun Prakash, Arduino Based Weather Monitoring System, International Journal of Engineering Research and General Science // vol. 3, issue 2// ISSN 2091-2730, March–April (2015).

[8] [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://refleader.ru/jgernajgejgebew.html.

[9] [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://center-yf.ru/data/stat/metody-ekologicheskogo-monitoringa.php.

[10] Air Pollution Mapping using Mobile Sensor Based on Internet of Things. Eduard Pangestu Wonohardjoa, Gede Putra Kusumaa. Доступен по ссылке:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919311433.

[11] Devarakonda S, Sevusu P, Liu H, Liu R, Iftode L, Nath B. Real-time air quality monitoring through mobile sensing in metropolitan areas. Proc 2nd ACM SIGKDD Int Work Urban Comput // UrbComp // 13. —2013.

[12] Chopde N, Nichat M. Landmark Based Shortest Path Detection by Using A and Haversine Formula. GH Raisoni Coll Eng // 2013;1(2) // p.298– 302.

[13] Anisya, Swara GY. Implementation of Haversine Formula And Best First Search Method In Searching Of Tsunami Evacuation Route. // IOP Conf Ser Earth Environ Sci // 2017 Dec.

[14] Wireless Sensor Network System Design using Raspberry Pi and Arduino for Environmental Monitoring Applications. Sheikh Ferdoush, Xinrong Li. Доступен по ссылке: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914009144.

[15] Flot: Attractive JavaScript plotting for jQuery. Доступен по ссылке: http://www.flotcharts.org/.

[16] IEEE 802.15 WPAN Task Group 4 (TG4). Доступен по ссылке: http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html.

Головчун М.А., Киселева О.В.

Arduino экологиялық мониторинг жүйелерінде пайдалану

Түйіндеме: Халық тығыз қоныстанған қалалардың экологиялық проблемаларын шешудің заманауи әдістерін қолдана отырып, жаңа жүйелерді жобалау мемлекеттік органдар үшін де, әрбір азамат үшін де басымдыққа ие болуы керек.

Мақалада Arduino микроконтроллерлерінің экологиялық мониторинг жүйелеріндегі өзектілігі қарастырылады. Arduino микроконтроллерін қолдана отырып, атмосфералық ауаны бақылау әдістері мен жүйелері қарастырылған.

Түйін сөздер. Ауа сапасының көрсеткіштері, Arduino, экологиялық мониторинг, интеграцияланған мониторинг системасы.

УДК 004.93

D.R. Akhmetov
(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: akhmetovdaryn@gmail.com)

COMPARATIVE ANALYSIS OF EXISTING FACE RECOGNITION METHODS

Abstract. The aim of this article is to present a comparative analysis of the most popular face recognition methods. In order to achieve this goal, the problem of face recognition was formulated and an overview of the well-known methods was provided. Then, using MATLAB implementations of the considered methods and a face database established to test face recognition algorithms, experimental evaluation of recognition accuracy and computational performance of the methods was performed. In addition, the memory usage of each algorithm was evaluated. On the basis of the results obtained, the advantages and disadvantages of the methods are outlined.

Key words: face recognition, person identification, biometrics, computer vision, image processing.

Д.Р. Ахметов
(Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан
E-mail: akhmetovdaryn@gmail.com)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Аннотация. В статье рассматриваются методы идентификации человека по изображению лица. В работе сформулирована задача распознавания лиц, проведен обзор существующих методов распознавания лиц и кратко описан принцип их работы. Используя реализации рассмотренных методов распознавания лиц в среде MATLAB и базу данных лиц для тестирования алгоритмов распознавания, проведены экспериментальные исследования точности и скорости распознавания данных методов. Также в ходе эксперимента проведено измерение необходимой для распознавания памяти каждого метода. На основе полученных результатов был проведен сравнительный анализ методов, выделены их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: распознавание лиц, идентификация человека, биометрия, компьютерное зрение, обработка изображения.

Введение

В последние годы наблюдается все возрастающий интерес к биометрическим методам идентификации личности, среди которых особое внимание уделяется идентификации человека по изображению лица, или распознаванию лиц. Обусловлено это большими возможностями применения распознавания лиц в сфере безопасности, банковской сфере, криминалистике, робототехнике и т.д. [1].

Исследования в данной области проводятся на протяжении 40 лет, однако, несмотря на большое количество публикаций по данной тематике, проблема идентификации человека по изображению лица полностью не решена. Было предложено множество методов распознавания, которые имеют высокую точность распознавания в контролируемых условиях, но при практическом применении распознавания лиц, где условия применения не являются контролируемыми, их точность значительно снижается [2].

В связи с быстрым развитием данной области и постоянным ростом количества публикаций появилась необходимость выполнить сравнительный анализ существующих методов распознавания лиц.

Методы распознавания человека по изображению лица

Проблему распознавания лица по изображению можно сформулировать следующим образом. Дано входное изображение, на котором может присутствовать лицо, и база данных изображений лиц, принадлежность которых известна. Необходимо определить, кому из записанных в базу данных людей принадлежит лицо на входном изображении.

В общем случае, задачу распознавания человека по изображению можно представить как последовательное выполнение четырех подзадач [3]:

1) обнаружение лица на изображении, т.е. выделение той области изображения, на которой находится лицо;

2) нормализация лица – приведение изображения лица в стандартное представление, в котором минимизируется разница между изображениями;

3) выделение ключевых признаков, с помощью которых осуществляется сравнение с другими лицами;

4) классификация лица – определение принадлежности входного лица путем сравнения полученных признаков с базой данных.

Методы распознавания лиц отличаются друг от друга способом выделения ключевых признаков и методом их сравнения. Классификация методов распознавания лиц в зависимости от используемых ключевых признаков представлена на рисунке 1 [4].

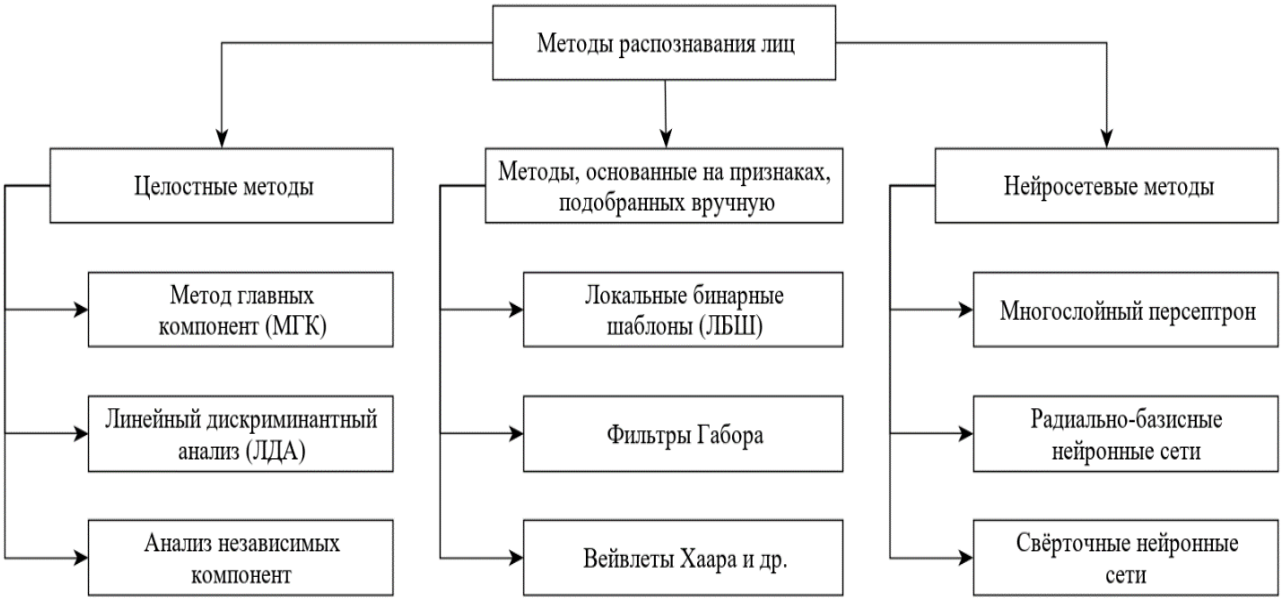


Рис. 1. Классификация методов распознавания лиц

Целостные методы

В целостных методах для распознавания используется всё изображение лица. В самом простом случае для сравнения изображений друг с другом применяется вектор, составленный из значений интенсивностей пикселей. Такой подход является сложным в вычислительном плане, поэтому перед сравнением размерность данных уменьшали, используя методы снижения размерности данных.

Распознавание лиц на основе целостных методов производится следующим образом. На первом этапе изображения лиц тренировочного набора преобразуются в векторы. Полученные таким образом векторы объединяют в общую матрицу, размерность которой уменьшают одним из методов снижения размерности данных, например, в работе [5] для этого использовался метод главных компонент (МГК). В результате получается набор с меньшим числом векторов, с помощью которых можно представить любые другие лица как сумму взвешенных базисных векторов. При распознавании лица на входном изображении, производится вычисление весов базисных векторов, после чего изображение представляется как их сумма (См. рис. 2).

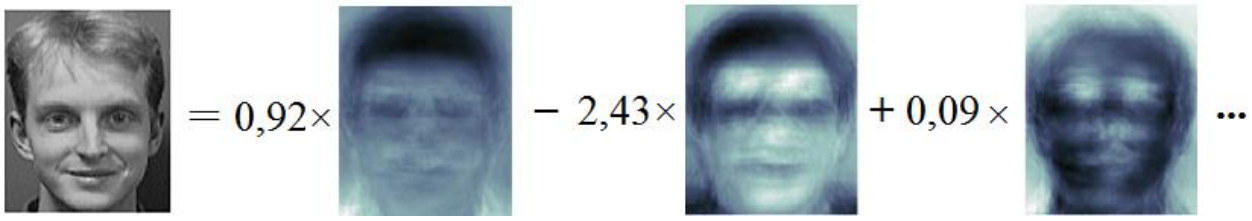


Рис. 2. Представление лица в виде суммы взвешенных базисных векторов

На рисунке 2 слева отображено входное изображение, изображения справа – это преобразованные обратно в изображения базисные вектора, числа перед ними являются вычисленными весами. При идентификации входного лица производится сравнение весов собственных лиц, из которых состоит входное изображение, с весами лиц, имеющихся в базе данных.

Недостатком целостных методов является значительное снижение эффективности распознавания даже при небольших изменениях в изображении лиц, вызванных непостоянством условий освещения, масштабов изображений и др.

Методы, основанные на признаках, подобранных вручную

Для устранения недостатка целостных методов были разработаны методы, позволяющие выделять устойчивые к изменениям в изображениях признаки. К таким методам относят:

1) метод, основанный на фильтре Габора;
2) локальные бинарные шаблоны (ЛБШ);
3) вейвлеты Хаара и др.

Метод, основанный на фильтре Габора. Фильтр Габора – это фильтр, эффективно выделяющий границы на изображениях. Данный фильтр имеет много параметров, которые позволяют находить границы различной ориентации и частоты. Распознавание лиц с помощью данного метода описано в [6]. До начала процесса обработки изображений, необходимо сконструировать банк фильтров Габора, который представляет собой набор фильтров Габора с различными ориентациями и масштабами. Чаще всего для распознавания лиц используют набор, состоящий из 40 фильтров с 5 различными масштабами и 8 различными ориентациями.

Выбранный банк фильтров используют для фильтрации изображений, которая осуществляется путем свертки фильтра и изображения. В результате фильтрации получают 40 отфильтрованных изображений, сумма которых дает необходимый для распознавания вектор признаков. При идентификации входного лица производится сравнение полученного вектора признаков с признаками, имеющимися в базе данных.

Локальные бинарные шаблоны (ЛБШ). ЛБШ – это оператор, который позволяет преобразовать участок изображения в двоичную последовательность. Распознавание лиц с помощью ЛБШ описано в [7] и осуществляется следующим образом. Входное изображение лица делится на блоки, где для каждой ячейки блока производится вычисление двоичного кода ЛБШ-оператором. Далее на основе полученных ЛБШ-кодов строятся гистограммы блоков, в которых каждому ЛБШ-коду соответствует свой столбец, высота которого определяется количеством ячеек с таким кодом (См. рис. 3).

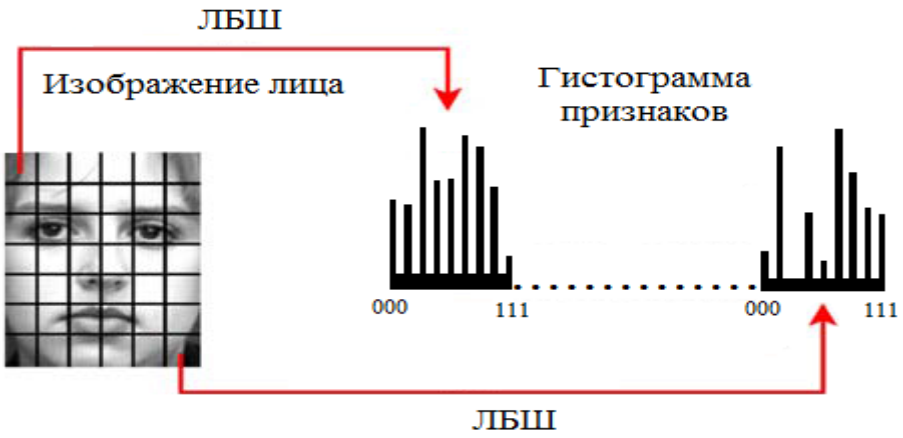


Рис. 3. Построение гистограммы признаков с помощью ЛБШ

Применив данное преобразование к входному изображению и тренировочному набору (базе данных лиц), можно использовать полученные гистограммы для идентификации. Результатом распознавания будет лицо в базе данных, гистограмма которой имеет лучшее совпадение с гистограммой входного изображения.

Нейросетевые методы

Следующим этапом развития методов распознавания лиц стала разработка нейросетевых методов, в которых выделяемые признаки подбирались нейронной сетью автоматически при её обучении. Упрощенно искусственную нейронную сеть можно представить как блок преобразования входного сигнала в выходной. Каким образом преобразовывается сигнал, определяется множеством параметров нейронной сети. Обучение нейронной сети заключается в изменении данных параметров так, чтобы сеть преобразовывала входной сигнал наилучшим образом для решения поставленной задачи. В результате чего, сеть сама извлекает необходимые признаки, учитывая их важность и взаимосвязь между ними [8].

Среди различных видов нейронных сетей наибольшей эффективности в распознавании образов достигли свёрточные нейронные сети. Выделение признаков свёрточными сетями осуществляется с помощью операции свертки, которая эквивалентна скалярному произведению двух матриц. Первая из матриц является одним из многих фрагментов, на которые можно разбить входное изображение, а вторая – ядром свёртки, элементы которой представляют собой изменяемые параметры сети. Произведя операцию свёртки для всех фрагментов изображения, получается матрица чисел, называемая картой признаков, и указывающая на наличие признака соответствующего ядру свёртки. Если использовать операцию свёртки на полученную карту признаков, то можно получить карту с более абстрактными признаками. Повторяя применение операции свёртки таким способом множество раз, становится возможным получить очень абстрактные признаки. При обучении свёрточной сети настраиваются ядра свёртки, а, следовательно, и признаки, выделяемые ими. Типовая архитектура свёрточной нейронной сети приведена на рисунке 4 [9].

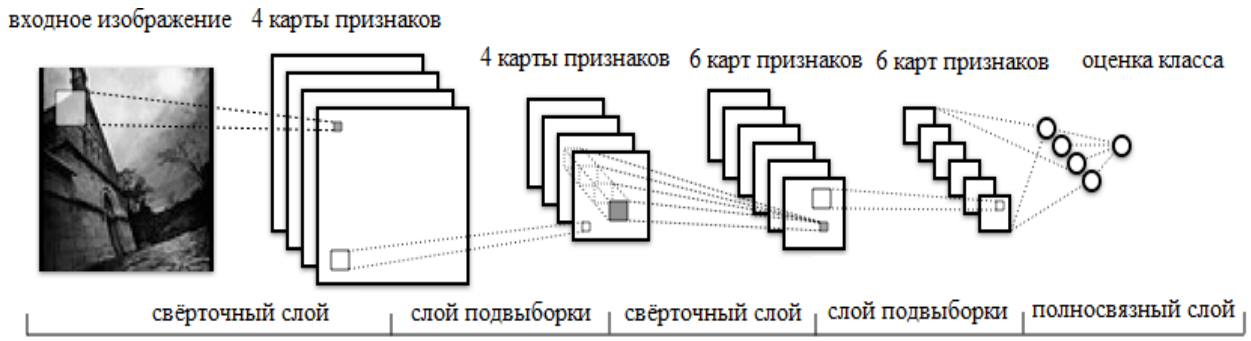


Рис. 4. Типовая архитектура свёрточной нейронной сети

Как видно из рисунка 4, свёрточная нейронная сеть состоит из комбинаций свёрточных слоёв, выполняющих операцию свёртки, со слоями подвыборки, уменьшающие размеры карт признаков. Такая комбинация повторяется до тех пор, пока исходное представление изображения не станет малого размера. Полученные карты признаков можно соединить с полносвязным слоем для выполнения классификации.

Методика оценки точности и скорости распознавания методов

Одним из параметров биометрических систем, определяющих их точность, является коэффициент предоставления доступа подлинному пользователю GAR (Genuine Acceptance Rate), равный вероятности получения доступа зарегистрированным в системе пользователем [10]. В случае распознавания лиц GAR будет равно отношению количества правильных распознаваний $N_{\text{п}}$ к общему количеству распознаваний $N_{\text{общ.}}$, умноженному на 100%:

$$GAR = \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{общ.}}} \cdot 100\% . \quad (1)$$

Для оценки точности алгоритмов распознавания лиц используются специальные базы данных, которые содержат маркированные изображения лиц, снятые при различных условиях. В данной работе для тестирования рассмотренных методов использована база данных лиц FEI [11], которая состоит из 2800 цветных изображений 200 человек (14 изображений на каждого человека). Изображения имеют размер 640×480 и сделаны при различных ракурсах съёмки, условиях освещения и эмоциональных выражениях на лицах (См. рис. 5).



Рис. 5. Примеры вариаций изображений из базы данных лиц FEI

Для уменьшения разницы между изображениями лиц была выполнена их предварительная обработка: выделение части изображения, содержащей только лицо, и выравнивание лиц таким образом, что координаты ключевых точек лица (нос, глаза, рот) были примерно одинаковы для всех изображений. Детектирование и выравнивание лиц было выполнено функциями библиотеки dlib [12]. В результате предварительной обработки размеры изображений были уменьшены до 150×150.

Для проведения эксперимента по определению точности распознавания использовались готовые реализации рассмотренных методов в среде MATLAB. Реализации методов МГК и ЛБШ были взяты из [13], реализация метода, основанного на фильтре Габора – из [14], реализация свёрточной нейронной сети – из [12]. В качестве метода классификации использовался метод ECOC (Error-Correcting Output Codes) [15], который комбинирует множество бинарных классификаторов для решения задачи многоклассовой классификации. В качестве бинарных классификаторов использовались классификаторы SVM (Support Vector Machine).

Эксперимент проводился следующим образом. Из 2800 изображений 2000 были использованы в качестве тренировочного набора, а остальные 800 – в качестве проверочного. Изображения были выбраны таким образом, что для каждого человека 10 изображений являются тренировочными, остальные 4 – проверочными.

Для каждой модели, полученной путем обработки тренировочного набора, были проведены 800 попыток распознавания изображений проверочного набора, в результате определялось количество правильных распознаваний $N_{\text{п}}$, после чего вычислялся коэффициент предоставления доступа подлинному пользователю GAR по формуле (1).

Оценка скорости распознавания проводилась путём измерения времени распознавания одного изображения, которое состоит из времени, необходимого для выделения признаков из изображения, и времени работы классификатора. Для того чтобы получить более точные результаты, измерялось время распознавания 800 изображений, в результате деления которого на 800, получали среднее время распознавания 1 изображения. Эксперимент проводился на компьютере с процессором AMD Phenom II X4 955 3.2 GHz.

Результаты эксперимента

Результаты экспериментальных исследований по оценке точности и скорости распознавания методов приведены в таблице 1. В таблицу 1 также добавлена память, занимаемая всеми переменными, необходимыми для запуска эксперимента.

Таблица 1. **Результаты эксперимента по оценке точности и скорости распознавания методов**

Метод распознавания	Вероятность правильного распознавания GAR, %	Время распознавания 1 изображения, мс	Используемая память, Кбайт
Свёрточная нейронная сеть	97	102,8	25 415
Преобразование Габора	86	216	131 510
ЛБШ	81	136	39 096
МГК	42	103,3	6 131

Для наглядности на основе полученных результатов были построены гистограммы, изображенные на рисунке 6.

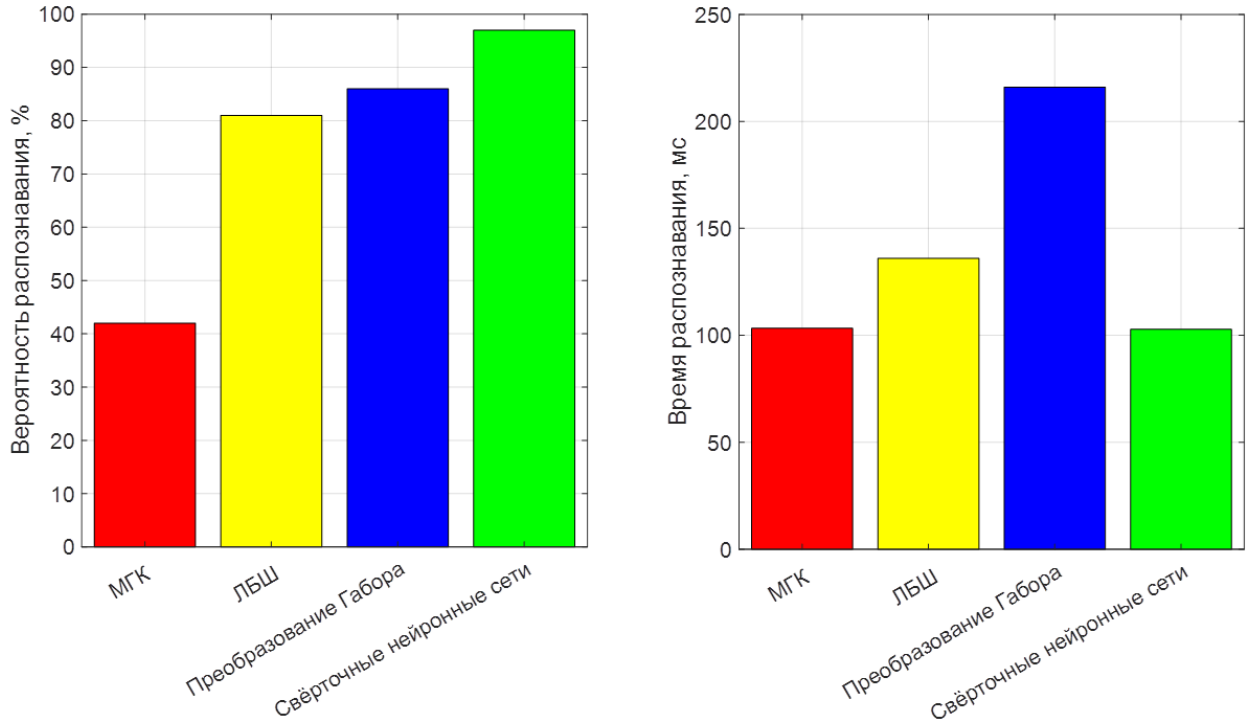


Рис. 6. Результаты эксперимента по оценке точности и скорости распознавания методов

Обсуждение результатов

Как видно из полученных результатов экспериментальных исследований, наибольшей точностью и быстродействием обладают нейросетевые методы. Результаты эксперимента позволяют

заключить, что автоматически подобранные признаки, выделяемые свёрточными нейронными сетями, являются более устойчивыми к изменениям в изображениях лиц по сравнению с вручную подобранными признаками. Кроме того, низкая точность распознавания методов, использующих подобранные вручную признаки, объясняется недостаточной отличительностью этих признаков, в результате чего векторы признаков двух разных изображений лиц могли оказаться очень схожими, что приводит к снижению вероятности правильной классификации. Целостные методы показали наименьшую точность, во многом из-за снижения размерности входных изображений, в результате чего расстояние между классами стало настолько малым, что выполнение правильной классификации значительно осложняется.

Эксперимент по оценке скорости распознавания показал зависимость скорости распознавания от длины вектора извлеченных признаков: МГК и свёрточные нейронные сети показали лучшую производительность из-за более компактного представления вектора признаков. Вектор признаков, полученный с помощью свёрточной нейронной сети, состоит из 128 элементов, а вектор признаков МГК – из 50. В то время как векторы признаков, полученные с помощью преобразования Габора и ЛБШ, состоят из 12960 и 4447 элементов соответственно. Длину вектора признаков можно сократить, применив один из методов снижения размерности, в результате чего время распознавания и занимаемая память существенно уменьшатся.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Hassaballah M., Saleh A. Face recognition: challenges, achievements and future directions // IET Computer Vision. – 2015. – Vol. 9. – No. 4. – p. 614-626.

[2] Wojcik W., Gromaszek K., Junisbekov M. Face Recognition: Issues, Methods and Alternative Applications. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dx.doi.org/10.5772/62950 (Дата обращения: 19.03.2019).

[3] Желтов С.Ю. и др. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения. – М.: Физматкнига, 2010. – 672 с.

[4] Wang M., Deng W. Deep face recognition: A survey // Conference on Graphics Patterns and Images (SIBGRAPI). – 2018. – p. 471-478.

[5] Turk M., Pentland A. Face recognition using eigenfaces // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 1991. – p. 586-591.

[6] Liu C., Wechsler H. Gabor feature based classification using the enhanced Fisher linear discriminant model for face recognition // IEEE Transactions on Image Processing. – 2002. – Vol. 11. – No. 4. – p. 467-476.

[7] Ahonen T., Hadid A., Pietikainen M. Face description with local binary patterns: Application to face recognition // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2006. – Vol. 28. – No. 12. – p. 2037-2041.

[8] Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение – 2-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.

[9] Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.

[10] Golfarelli M., Maio D., Maltoni D. On the error-reject trade-off in biometric verification systems // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence – 1997. – Vol. 19. – No. 7. – p. 786-796.

[11] FEI Face Database. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://fei.edu.br/~cet/facedatabase.html (Дата обращения: 26.03.2019).

[12] King D.E. Dlib-ml: A machine learning toolkit // Journal of Machine Learning Research. – 2009. – Vol. 10. – p. 1755-1758.

[13] Face Recognition System using Matlab. Algorithms: LBP, PCA, KNN, SVM and Naive Bayes. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://github.com/soumenca/faceRecgSys (Дата обращения: 4.04.2019).

[14] Pretty helpful Development function for face recognition. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://luks.fe.uni-lj.si/sl/osebje/vitomir/face_tools/PhDface/index.html (Дата обращения: 7.04.2019).

[15] Dietterich T.G., Bakiri G. Solving multiclass learning problems via error-correcting output codes // Journal of Artificial Intelligence Research. – 1995. – Vol. 2. – No. 1. – p. 263–286.

Ахметов Д.Р.

Адамды бет-әлпетінен тануды белгілі әдістердің салыстырмалы талдауы

Түйіндеме. Бұл мақалада адам бетінің суреті арқылы сәйкестендіру әдістері зерттелді. Осы жұмыста адам бет-әлпетін тану мәселесі тұжырымдалды, бет-әлпетті танудың белгілі әдістеріне шолу жүргізілді және олардың жұмыс принципі қысқаша сипатталды. MATLAB жүйесінде бет-әлпетті танудың белгілі орындалу әдістерін және бет-әлпетті танудың алгоритмдерін тестілеу үшін жасалған дерекқорды пайдалана отырып, аталған әдістердің тану дәлдігі мен жылдамдығына эксперименттік зерттеулер жүргізді. Сонымен қатар эксперимент кезінде әрбір әдістің жадты тану үшін қажетті өлшеулер жасалды. Алынған нәтижелер негізінде әдістеріндің салыстырмалы талдауы жүргізіліп, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері белгіленді.

Түйін сөздер: бет-әлпетін тану, жеке сәйкестендіру, биометрия, компьютерлік көру, кескіндерді өңдеу.

УДК 006.91

K. Kabylbekova, A. Nurmukhanova
(Faculty of Physics and Technology, Kazakh National University Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
E-mail: kura.07.96@mail.ru)

ANALYSIS OF OBTAINING OF A CERTIFICATE FOR A DIGITAL FLUOROGRAPHY EQUIPMENT TO BE USED FOR CHECKING CHAIR MEMBERS

Abstract. This article is devoted to the fact that digital fluorography is a relatively new field in radiology, and that its use not sufficiently covered in the literature. It is interesting to study data on the radiation load of the patient and compare the diagnostic capabilities of conventional film fluorography and digital fluorography. These questions determine the relevance of the chosen research topic.

Key words: digital fluorography, analysis, safety, radiation, lung disease, certificate.

Қ.Ш. Қабылбекова, А.З. Нурмуханова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, физика-техникалық факультеті,
Алматы қ., Қазақстан Республикасы)
Электронды пошта: kura.07.96@mail.ru

КЕУДЕ ҚУЫСЫ МҮШЕЛЕРІН ТЕКСЕРУГЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН САНДЫҚ ФЛЮОРОГРАФИЯ ЖАБДЫҒЫНА СЕРТИФИКАТ АЛУДЫ ТАЛДАУ

Түйіндеме. Бұл мақалада сандық флюорографияның ренгенологиядағы салыстырмалы түрде жаңа бағыт болғандықтан оны қолдану мәселелері әдебиетте жеткілікті түрде қамтылмайдындығына назар аударылған. Зерттеу кезінде пациенттің радиациялық жүктемесі туралы мәліметтер және әдеттегі пленкалы флюорография мен цифрлық флюорографияның диагностикалық мүмкіндіктерін салыстыру қызығушылық тудырады және оларды тексеріп, бақылау жасап, нақтылау қажет. Бұл сұрақтар таңдалған ғылыми зерттеу тақырыбының өзектілігін анықтайды.

Түйін сөздер: сандық флюорография, талдау, қауіпсіздік, сәулелену, өкпе аурулары, сертификат.

Соңғы жылдары өкпе аурулары, ең алдымен туберкулез және қатерлі ісік аурулары, біздің елімізде де, шетелде де практикалық медицина проблемасының алдыңғы қатарында тұр. Алғашында флюорографияны рентгендік диагностика әдісі ретінде 1896 жылы Дж.Блейер қолданған, ол алғашқы флюороскоптың дизайнері де болды. Пульмонология басынан бастап флюорографияны өкпе туберкулезінің жаппай және ерте скринингінде қолданды. Өкпе патологиясын амбулаторлық деңгейде бастапқы диагностикалаудың негізгі әдісі Кеңес үкіметіне 20 ғасырдың 40-50-ші жылдары құрылған профилактикалық флюорография жүйесі болып табылады. Флюорографияның тиімділігі әдістің техникалық базасын дамытуға - экрандар, оптика, генераторлар және т.б., сондай-ақ медициналық тәжірибеге жаппай енгізуге серпін берді [1].

Бастапқыда, туберкулезге қарсы шұғыл шараларды қабылдау үшін мақсатты федералды бағдарлама әзірленді, оған радиологиялық әдіспен ауруды белсенді анықтау кіреді. Алайда, соңғы кездерде, рентгендік диагностика әдісі көптеген айтарлықтай өзгерістерге ұшырады, дәстүрлі рентгенография рентген суреттерін қалыптастырудың, жазудың және өңдеудің сандық әдістерімен алмастырылды. Рентгендік диагностикаға цифрлық технологиялардың енгізілуінде олардың дымқыл фотопроцесс қабықшасын өңдеуді болдырмауға және оны мұрағаттауға қажеттіліктің болмауына, түсірілген суреттерді математикалық өңдеудің, оларды электронды түрде сақтауды ұйымдастырудың және заманауи жүйелерді қолдану арқылы қашықтықтан өту мүмкіндігінің арқасында зерттеулердің диагностикалық ақпараттық мазмұнын арттырумен байланысты бірқатар артықшылықтарымен және тиімділігімен сипатталады. Сонымен қатар, сандық технологияны қолдану қаралушы пациент пен қызметкерлер үшін радиацияның әсерін едәуір төмендетуге әкеледі [2].

Бүгінгі таңда Қазақстанда флюорографияны кез-келген клиникада, медициналық бөлімде, медициналық орталықта, ауруханада, туберкулезге қарсы диспансерде жасауға болады. Мұны флюорография тәжірибесінде арнайы көліктерге орнатылған жылжымалы флюорографиялық

қондырғылардың өздері де жақсы дәлелдеді. Ал, флюорографиялық жабдықтардың қаншалықты сапалы екенін арнайы сынаулар жүргізе отырып, сәйкестік сертификатын алу жолдары және сынақсыз беру жолдары және т.б. бақылау процестерін талдау керек. Сандық флюорография жабдығын сертификаттау сәулеленудің деңгейіне және қауіптен қорғанысқа байланысты біраз стандарттарға жүгіне отырып орындалады [3].

Флюорографиялық жабдықтар ықшам, оларды автомобиль корпусына орнатуға болады. Бұл рентгендік диагностикалық жабдық жоқ жерлерде жаппай зерттеулер жүргізуге мүмкіндік береді. Флюорографиялық процедураның нәтижесі арнайы қағазға шығарылатын сурет – флюорограмма болып табылады. Флюорограммалар - бұл өлшемі 70 × 70 немесе 110 × 110 мм суреттер, стандартты рентгенге қарағанда аз ақпараттандырады, бірақ оларды алу аз радиациялық әсермен жүретіндігі тиімді. Қазіргі уақытта төменгі дозалы цифрлық флюорография кеңінен енгізілуде, бұл одан да аз мөлшердегі радиациялық жүктememен бірге жақсырақ бейнені, мұрағаттауды және ұзақ мерзімді сақтауды қамтамасыз етеді.

Сандық флюорографиялық әдістерді практикалық денсаулық сақтауға енгізу өкпе туберкулезін және басқа тыныс жолдарының ауруларын анықтауда рентгендік диагностиканың тиімділігін арттыруы мүмкін. Сандық флюорография - ренгенологиядағы салыстырмалы түрде жаңа бағыт, сондықтан оны амбулаторлық және стационарлық жағдайда практикалық қолдану мәселелері әдебиетте жеткілікті түрде қамтылмаған. Халықтың профилактикалық тексерулерін жүргізудегі әдістің мүмкіндіктеріне талдау жасалмаған, профилактикалық тексерулер кезінде кеуде қуысының әртүрлі ауруларын анықтаудың тиімділігі зерттелмеген, патологиялық процестердің динамикасын бағалаудағы цифрлық флюорографияның тиімділігі зерттелмеген, цифрлық флюорографияны ұтымды пайдалану бойынша практикалық ұсыныстар әзірленбеген. Зерттеу кезінде пациенттің радиациялық жүктемесі туралы мәліметтер және әдеттегі пленкалы флюорография мен цифрлық флюорографияның диагностикалық мүмкіндіктерін салыстыру қызығушылық тудырады және оларды тексеріп, бақылау жасап, нақтылау қажет [4].

Қолданылу аймағы. Сандық флюорография тураы ғылыми зерттеулер цифрлық флюорография өкпенің әртүрлі патологиялық өзгерістерін бағалауда өте маңызды екенін көрсетті. Сандық флюорография дифференциалды диагнозды қажет ететін тыныс алу туберкулезі, өкпенің жедел және созылмалы өкпе аурулары, қатерлі және қатерлі ісіктер және т.б. сияқты өкпенің әртүрлі ауруларының бастапқы көріністерін жоғары тиімділікпен анықтауға мүмкіндік береді. Өкпенің әртүрлі аурулары ағымының динамикасын бағалау үшін цифрлық флюорографияны қолдану патологиялық процестің әртүрлі кезеңдерінде аурудың рентгендік көрінісі туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді. Цифрлық зерттеулерде радиациялық аз әсер ету рентгендік бақылауды жиірек жүргізуге мүмкіндік береді, бұл мүмкін болатын асқынуларды уақытында анықтауға ықпал етеді.

Сандық флюорографиялық камера көмегімен жасалған цифрлық флюорография - бұл кеуде қуысының қалыпты анатомиялық құрылымын бағалаудың және өкпе ауруларының диагностикалық маңызды белгілерін анықтайтын тиімді әдіс [5].

Флюорографияның мақсаты - өкпенің жасырын ауруларын (туберкулез, пневмокониоз, спецификалық емес қабыну аурулары және өкпе ісіктері), плевра мен медиастинаның зақымдалуын, диафрагманы, үлкен тамырларды, қабырғаларды, жүректі анықтайтын популяцияны мақсатты жаппай тексеру. Егер өзгерістер анықталса, кеуде қуысының рентгенографиясы жасалады. Кардиостимулятордың болуы флюорографияны шектемейді, керісінше, зерттеу кардиостимулятордың дұрыс орналасуын бақылауға мүмкіндік береді. Зерттеу кезінде тұру немесе отыру мүмкін болмайтын жүкті әйелдер мен ауыр халдегі науқастар үшін флюорография жасалмайды [6].

Кеуде қуысы мүшелерін тексеру және диагностикалық зерттеулер жүргізу үшін сандық флюорографиялық камераны қолдану мүмкіндігі бар. Сандық флюорография жабдығына сертификат алу мәселелерін қарастырайық. Аккредиттелген зертханада сынақтардан өткізуден өзге, өнімнің сәйкестік сертификатын алуға болатын жолдар туралы айтарлықтай көп мағлұмат бар, сондықтан қызметкерлерді бұл сұрақ ойландырады [7].

Сынақ протоколын ұсынбай сәйкестік сертификатын беру мына жағдайларда мүмкін:

- Жабдық Кеден одағының техникалық регламенттеріне сәйкес;

-Жабдық мемлекеттік стандарттардың талаптарына сәйкес. Сертификаттауды сынақсыз жолмен өткізу 1- кестеде сипатталған.

1-кесте. **Жабдықты кеден одағының техникалық регламенттеріне сәйкес сертификаттау**

Кеден одағының техникалық регламенттеріне сәйкес (5с, 6с немесе 9с схемалары бойынша) сертификаттау	5с және 6с схемалары бойынша сәйкестік сертификатын алу, егер дайын өнімді сынақтан өткізу мүмкін емес немесе қиын болса, сериялар сертификатталған жағдайда жүзеге асырылады. Зерттеу бұйымдарды жобалау сатысында жүзеге асырылады және жобалық және басқа да техникалық құжаттаманы талдаудан тұрады.	5с схемасы бойынша сертификат өнімнің дизайнын және өндіріс жағдайын талдау нәтижелерін зерттеу негізінде беріледі.
		6с схемасы бойынша сертификат өнімнің дизайнын зерттеу және сертификатталған өнімнің сапа менеджменті жүйесінің жұмыс істеуін талдау негізінде беріледі.
	9с схемасы бойынша сертификаттау тек шектеулі көлемдегі өнімдер партиясы үшін жүргізіледі: - шетелдік өндіруші жеткізеді; - Кеден одағы шеңберіндегі кәсіпорындарды жабдықта*уға арналған (күрделі өнімдер).*	9с схемасына сәйкес сертификаттау кезіндегі өнімнің техникалық құжаттамасына оның құрамына талдаудың конструкторлық, технологиялық құжаттары, өнім туралы толық ақпарат, оны өндіруші, өтінім берушінің материалдары, компоненттер бойынша сынақ есептері кіреді.

Тауарлардың жекелеген түрлерін сертификаттау міндетті түрде осы өнімдердің стандартты үлгілерін аккредиттелген зертханада тәуелсіз зерттеуді қамтиды. Сынақ протоколынсыз мемлекеттік сертификаттау жүргізу 2 –кестеде көрсетілген. Сертификаттауды сынақсыз өткізу өнімдердің қауіпсіздігін тікелей немесе жанама түрде растайтын барлық құжаттар болған жағдайда ғана сертификаттаудың жеке схемалары бойынша мүмкін бола алады [8].

2-кесте. **Жабдықты мемлекеттік стандарттар талаптарына сәйкес сертификаттау**

Мемлекеттік стандарттардың талаптарына сәйкес (6, 9, 9а, 10 және 10а схемаларына сәйкес) сертификаттау				
6-схемаға сәйкес егер өнімнің барлық сипаттамаларын белгіленген талаптарға сәйкестігі сапа менеджменті жүйесіне, сертификат жаппай шығарылатын өнімдерге беріледі.	9-схема тұрақты өндірісі бар компания шығарған аз мөлшерде импортталатын өнімдердің қайталанбайтын партиясын сертификаттау үшін, өндірістік және басқа да жабдықтар үшін) ұсынылады.	9а схемасы тұрақты емес сұраныстың отандық өнімдері үшін қолданылады (мысалы, маусымдық сұраныс).	10а схемасы өндіріс жағдайына талдау жасайды.	10-схемада сертификатталған өнімдерге инспекциялық бақылау орнатылған.

Сонымен қатар, өнімнің белгілі бір топтары үшін кез-келген жағдайда аккредиттелген зертханаларда сертификаттық сынақтардан өту қажет. Ондай өнім топтарына: әр түрлі тұрмыстық техника, балалар қолданатын заттары, газ жабдықтары және басқа да тауарлар жатады және оларға арналған сынақ хаттамасынсыз сертификат алу мүмкін емес [9].

Флюорография процедурасын жүргізу әдістері. Флюорография бөлімшесіне радиациялық қауіпті болдырмау үшін белден жоғары шешіп, кеудеден металл зергерлік бұйымдарды алып тастау керек. Қорғасын қорғасын алжапқышы науқастың белдеуіне бекітіледі. Суретке түсіру үшін кабинет ішіне кіріп, рентген түтігі мен флюорографиялық пленка немесе сандық жазу тақтасы арасында тігінен орналасады.

Флюорографияны фронтальды проекцияда жасағанда, науқас кеудені экранға қарай қысып, қолдарын басының артына немесе белбеуіне салып, иықтарын алға қарай тартады. Бұл жағдайда иек арнайы стендке сүйенеді. Флюорограмманы науқастың профильді проекциясы кезінде экранның бір жағына қойыңыз. Рентген техникінің нұсқауы бойынша сіз дем алып, түсірілім кезінде бірнеше секунд дем алмауыңыз керек.

Заманауи әдістері. Бүгінгі таңда флюорография үшін пленкалы және сандық флюорографтар қолданылады. Флюоресцентті экраннан флюорографиялық процесте кеуде қуысының көлеңкелі

бейнесі ерекше сезімтал кішкентай флюорографиялық пленкаға шығарылады. Рентген түсірілімінен кейін флюорографиялық пленка дамушы кешеннің көмегімен өңделеді [10].

Соңғы жылдары флюорография сапалы жақсартудан өтті. Флюорограмманың өлшемі 24 × 24 және 32 × 32 мм болатын кішігірім кескіндерден бастап, бүгінде флюорография орташа және үлкен форматқа айналды, бұл 70 × 70 мм немесе 110 × 110 мм суреттерді алуға мүмкіндік береді, бұл кескіннің радиологиялық түсінігін жеңілдетеді. Флюорографияның техникалық жетіспеушілігі - пленканы алғаннан кейін ғана суреттің ақаулы екенін анықтай алу мүмкіндігі [11].

Флюорография нәтижелерін түсіндіру және талдауды флюороскоптың көмегімен рентгенолог жасайды. Флюороскоп - кескінді 1,5-3 есе үлкейтетін құрылғы (өлшемі 100х100 мм флюорограммалар әдетте үлкейтілмей зерттеледі). Флюорографияны түсіндіруде субъективтілік пен қателіктерді жою үшін суреттерді екі маман немесе бір дәрігер тәулігіне екі рет қарауы ұсынылады.

Әдістеменің түбегейлі өзгеруі төмен дозалы сандық флюорографияның дамуымен байланысты. Сандық флюорографияның келуімен сәулелену дозасы бірнеше есе азайды, диагностикалық дәрігердің мүмкіндіктері едәуір кеңейді. Қазір сандық фотосурет түріндегі кескін компьютердің мониторына жіберіліп, қағазға басып шығарылуы мүмкін, түрлі сүзгілерді (контраст, жарықтылық, өлшем) реттеу арқылы реттеуге болады, сонымен қатар мұрағатта ұзақ уақыт сақталады [12].

Зерттеу нәтижелерін іске асыру. Жұмысты орындау кезінде алынған мәліметтер әртүрлі медициналық және практикалық мекемелерде, атап айтқанда, Қазақстан Республикасының педиатрия және балалар хирургиясы ғылыми орталығында халықты профилактикалық тексеруде қолданылады. Және сандық флюорографияны кеуде қуысы органдарының жасырын ауруларын ерте анықтау мақсатында популяцияны профилактикалық тексеру үшін қолдануға болады. Кеуде қуысының цифрлық рентгенографиясы қалыпты ма және әртүрлі патологиялық жағдайларда ма екенін орташа және үлкен форматты пленкалы флюорографияның ақпараты көрсете алады. Сандық флюорографияны клиникалық тәжірибеде өкпенің ауруларын тану және емдеу барысында олардың динамикасын бақылау үшін тиімді қолдануға болады [13].

Кеуде қуысы мүшелерінің сандық флюорографиясы өкпенің және кеуде қуысының органдарын рентгендік диагностикалау үшін флюорографиялық әдіс, объектінің рентгендік бейнесі флуоресцентті экраннан салыстырмалы түрде кішкентай пленкаға ауысады. Ол негізінен жаппай тексеру кезінде (скрининг) кеуде органдарының ауруларын анықтау үшін қолданылады, Сурет өкпе тінінің тығыздығындағы бұрмалануларды айқын көрсетеді. Жоғары тығыздықтағы орындар проблемаларды көрсетеді. Рентгенографиямен салыстырғанда бұл әдіс аз шығын жұмсайды, тек ол жаңа әдіс туралы ақпарат аз. Заңға сәйкес, флюорографиялық тексеру 15 жастан бастап жүргізіледі. Медициналық мекемелерде тыныс алу аурулары бар науқастардың бірінде флюорография рентгенографияны алмастыра алады, әсіресе қайталанған зерттеулермен. Бұл флюорография диагностикалық деп аталады [14].

Нәтижелер және процедура бағасы. Флюорографияның нәтижесін бағалау кезінде рентгенолог өкпе құрылымының, өкпе тамырларының, плевралық синустың және медиастиналық көлеңке жағдайын бағалайды. Флюорографиямен анықталған кеңейтілген өкпе үлгісі кез-келген генездің жедел пневмониясында кездеседі. Өкпеде фиброзды тіндердің болуы жарақаттың, хирургияның, фиброздың (туберкулез, пневмония) нәтижесі бар жедел инфекциялық процесті білдіреді. Ортаңғы және төменгі лобтардағы фокальды көлеңкелер көбінесе фокустық пневмонияны, жоғарғы бөлімдерде - туберкулезді көрсетеді. Флюорография арқылы анықталған кальциндер оқшауланған, дамымаған инфекция ошақтарының дәлелі болып табылады (туберкулез, гельминт, бактериялық) және қауіпті емес.

Флюорография - қол жетімді рентгендік зерттеу, ол әдеттегі тексерулер кезінде үлкен популяцияны зерттеу үшін кеңінен қолданылатын процедура. Ол көптеген мемлекеттік және жеке медициналық мекемелерде жүзеге асырылады. Флюорографияның бағасы ұйымның құқықтық мәртебесіне (мемлекеттік немесе жеке) және басқа да факторларға байланысты. Белгілі бір жағдайларда (мысалы кәсіби қызметкерлерді тексеру, егер компания клиникамен келісім жасасса және процедура жүргізуге төлем жасаған болса) зерттеу тегін. Флюорографияның артықшылығы - төмен баға, радиациялық қуаттың аздығы, жоғары өткізу қабілеттілігі, флюорограмманы сақтау және кейін динамикада салыстыру мүмкіндігі [15].

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Jochen Weigt, Wilfried Obst «Road Map fluoroscopy. Endoscopic interventions in the esophagus» [Endosc Int Open].2017. - p.123.

2. Литусов Н.В. Микобактерии туберкулеза. Иллюстрированное учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во ГБОУ ВПО УГМУ, 2015. - 52 с.

3. https://company.medelement.com/

4. Марченко Н. В. «Возможности использования цифровой флюорографической камеры для проведения проверочных и диагностических исследований органов грудной полости» [Военно-медицинская академия]- Санкт-Петербург, 2004. - 145 с.

5. Johns Hopkins «Fluoroscopy procedure» // Medicine \\ 2018. - p.242.

6. Penelope Allisy-Roberts, Jerry Williams «Fluoroscopy recorded images» Farr's Physics for Medical Imaging (Second Edition), 2008. - p.114.

7. Горбунов, Н. А. цифровая флюорография в диагностике обострений болезни легких\ Томск. - 2017 г. - стр.142

8. И.Ю. Матушкина, А.В. Матушкин: Подтверждение соответствия и аккредитация : учебное пособие /.- Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017.- 107 с.

9. https://www.qgc.ru/informations/publications/poluchenie-sertifikata-na-produktsiyu/

10. Sonya S Shin, Kwonjune J Seung «Radiography. Chest radiograph and fluorography. Methods» Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Disease (Ninth Edition), 2013. - p.210

11. Методика анализа рентгенограмм: учебное пособие / сост.: А.И. Сидоров, А.А. Щербатых, Л.Н. Покровская. Под ред. А.В. Синькова. ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава. - Иркутск : ИГМУ, 2012. - 22 с.

12. https://www.adme.ru/zhizn-nauka/

13. http://apgazeta.kz/2019/08/02/flyuorografiya-neobxodimost-ili-tradiciya/

14. https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/fluorography

15. Тимофеева Л.А., Алешина Т.Н., Быкова А.В. «Основные рентгенологические синдромы патологии легочной ткани» учеб. пособие /- Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2013. - 104 с.

Кабылбекова К.Ш., Нурмуханова А.З.

Анализ получения сертификата на цифровую флюорографию обследования органов грудной полости

Резюме. В данной статье описываются особенности цифровой флюорографии как сертифицированного оборудования. По результатам научных исследований рассмотрены основы, методы и методы эксплуатации оборудования цифровой флюорографии. Высококачественное цифровое флюорографическое оборудование используется для предотвращения правильного функционирования грудной полости и предотвращения проблем со здоровьем. Основным фактором, повлиявшим на актуальность выбранного исследовательского проекта, было качество.

Ключевые слова: цифровая флюорография, анализ, безопасность, радиация, заболевания легких, сертификат.

N. Meirambekuly, A.A. Temirbayev, B.A. Karibayev, T.A. Namazbayev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: nurs.kaznu@gmail.com)

S-BAND PATCH ANTENNA BASED ON ANISOTROPIC FRACTAL FOR SMALL SPACECRAFTS

Abstract: In this paper, patch antennas based on anisotropic fractal based on small satellites, in particular nano-satellites, have been studied. The studied antennas are designed for nano-satellites in accordance with the CubeSat standard with dimensions of 100 mm × 100 mm × 100 mm. According to the proposed concept, the antenna must be integrated with the optical device to increase the overall system efficiency. In the work theoretical calculations, computer modeling and real experiments were performed, the results were compared and analyzed.

Keywords: Small spacecrafts, antenna, anisatropic fractal, patch antenna.

Н. Мейрамбекұлы, А.А. Темирбаев, Б.А. Карибаев, Т.А. Намазбаев
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, e-mail:nurs.kaznu@gmail.com)

АНИЗОТРОПТЫ ФРАКТАЛ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН КІШІ ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫНА АРНАЛҒАН S-ДИАПАЗОНДЫ ПАТЧ АНТЕННА

Аңдатпа: бұл жұмыста кіші ғарыш аппараттарына, атап айтқанда нано-жерсеріктеріне арналған, анизотропты фрактал негізінде жасалған патч антенналар зерттелді. зерттелген антенналар, өлшемдері 100 мм ×100 мм × 100 мм болатын cubesat стандартына сәйкес нано-жерсеріктеріне арналған. ұсынылған концепцияға сәйкес антенна оптикалық құрылғымен біріктіріліп, жалпы жүйенің тиімділін арттыруы тиіс. жұмыста теориялық есептеулер, компьютерлік жобалау және шынайы эксперименттер жүргізіліп, алынған нәтижелер өзара салыстырылды және оларға талдау жүргізілді.

Түйінді сөздер: кіші ғарыш аппараттары, антенна, анизотропты фрактал, патч антенна.

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда, CubeSat стандартына сәйкес кіші ғарыш аппараттары (КҒА) әртүлі миссияларды орындауда кеңінен қолданылады [1]. КҒА санатына жататын CubeSat стандартындағы наножерсеріктер негізгі төрт миссыны орындауда өте тиімді құрал болып табылады. Ең алғашқы миссия ол – жаңа құрылғыларды ғарышта технологиялық сынамадан өткізу. Екінші мақсат ретінде CubeSat-дартың көмегімен ғарышта жасалынатын ғылыми эксперименттерді айтуға болады. Үшінші қызметі – білім беру мақсатында жасалынған CubeSat-тар. Бүгінгі таңда дамыған университеттерде өздерінің жеке наножерсеріктерін жасау арқылы жоғары санаттағы мамандарды даярлау жұмыстары қарқынды жүріп жатыр. Қазақстанның жоғары оқу орындарының ішінде алғашқылардан болып әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті өзінің «al-Farabi -1» және «al-Farabi -2» наножерсеріктерін ғарышқа ұшырған болатын. CubeSat-тардың білім беру саласындағы миссияларының әйгілі болуының басты себебі – студенттерді нағыз ғарыштық аппараттарды жасау процесіне баулу, сол арқылы ғарыштық аппараттарды жасаудың барлық этаптарынан өту болып табылады. CubeSat стандартындағы наножерсеріктердің төртінші және ең кең тараған миссиясы – коммерциялық бағыт болып табылады. Бүгінгі таңда ғарышқа ұшырылған наножерсеріктерінің 50 пайыздан астамын осы миссиядағы ғарыштық аппараттар құрайды.

CubeSat-тардың маңыздылығы мен танымалдылығын бұл технологияның өзіне тән бірнеше артықшылықтарымен түсіндіруге болады. Біріншіден, CubeSat-тарды жасауға кететін уақыт небәрі 2-3 жылды құрайды, ал үлкен ғарыштық аппараттар 8-10 жылда жасалынады. Екіншіден, CubeSat-тарды жасауға және оларды ғарышқа ұшыруға кететін қаражаттың көлемі үлкен ғарыштық аппараттармен салыстарғанда әлдеқайда төмен. Үшіншіден, CubeSat-тарды жасауда студенттерді кеңінен қамтуға болады, соның арқасында мұндай ғарыштық аппараттар университетердің қабырғасында жасалынады. Төртіншіден, CubeSat-тар өте қарапайым куб тәріздес формаға ие, және де оларды жасауда COTS (Commercial Off-The-Shelf) технологияларды пайдалануға болады.

Бүгінгі таңда, CubeSat стандартындағы наножерсеріктер негізінен жерді қашықтықтан зондтауда пайдаланылуда. Мұндай КҒА-да міндетті түрде аппаратты кеңістікте басқару жүйелері бар [2]. Ол өз кезегінде ғарыш аппаратының энергетикалық бюджетінің едәуір бөлігін тұтынады. Алайда, CubeSat стандартындағы наножерсеріктердің өлшемдерінің кіші болуына байланысты, оларда энергетикалық бюджет шектелген. Сондықтан, бүгінгі таңдағы басты мәселелердің бірі КҒА-ның күн элементтері орналысатын жақтарын тиімді пайдалану болып табылады. Осы орайда оптикалық құрылғымен біріктірілген, яғни оптикалық құрылғы орналасқан бетке орналастырудың мүмкіндігі бар, сондай-ақ, жоғарыжылдамдықпен ақпарат беруге мүмкіншілігі бар антенналардың жаңа түрлерін зерттеу маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

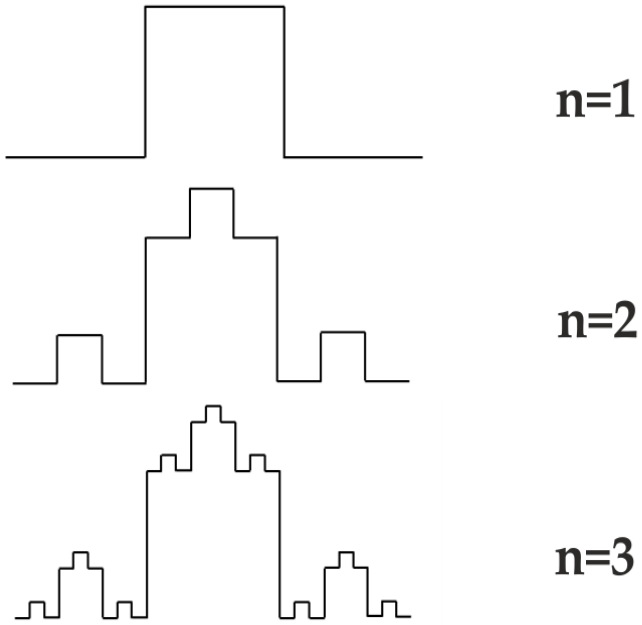
Сондықтан, соңғы зерттеулерде күн панелдеріне интеграцияланған, яғни біріктірілген антенналар жиі зерттелуде [3-5]. Бұл жұмыстарда 447,5 МГц - 453,5 МГц жиілік диапазонына арналған F-тәріздес антенна, сондай-ақ, S-диапазонға арналған біріктірілген антенналардың технологиялары ұсынылған. Бұл жұмыстардың негізгі мақсаттары да барынша күн элементтері орнатылатын орындарды тиімді пайдалану болып табылады. Сонымен қатар КҒА-да фракталды геометрияларға негізделген антенналарды пайдалану да кеңінен зерттелуде [6,7]. Фракталдық геометрияға негізделген антенналарды пайдалану арқылы орын алатын артықшылықтар – көпдиапазондылық, кеңжолақтылық, өлшемінің кішіреюі және т.б.

Жерді қашықтықтан зондтауға арналған КҒА-нан жоғарыжылдамдықпен ақпарат алу үшін әуесқой жерсерікті байланыс диапазонын (2400-2450 МГц, батыста S-диапазон деп те аталады) қолдану тиімді болып табылады.

Наножерсеріктерінің элементтерін жасауда, жобалауды туындайтын ең үлкен мәселелердің бірі аталмыш стандарттың қоятын шектеулері. Бұл шектеулер ең алдымен олардың өлшемі бойынша, сондай-ақ, техникалық сипаттамалары бойынша болғанымен түптеп келгенде жүйенің энергетикалық бюджетіне, жоғарғы-төмен ақпарат беру мүмкіншілігіне әсерін тигізіп жатады. Жұмыста осы мәселелерді шешуге ықпал етуі мүмкін болатын нақты ұсыныстар жасалған.

Антеннаны жобалау

Бұл жұмыста анизотропты фракталдың (немесе Жаңабаев фракталының-ЖФ) 1-ші және 2-ші предфракталдары негізінде жасалған наножерсеріктерінінде қолданылатын антенна ұсынылды. Анизотропты фракталды алғаш рет Жанабаев З.Ж. ұсынған болатын [8]. Жаңабаев фракталының (ЖФ) геометриясы П-типтес иерархиялық бөліктердің тек бір бағытта құрылуының негізінде орын алады (1-сурет). Хаусдорф өлшемі $D = ln5 / ln3 = 1.4649$.



1-сурет. ЖФ-ның қалыптасуы (n-итерация номері).

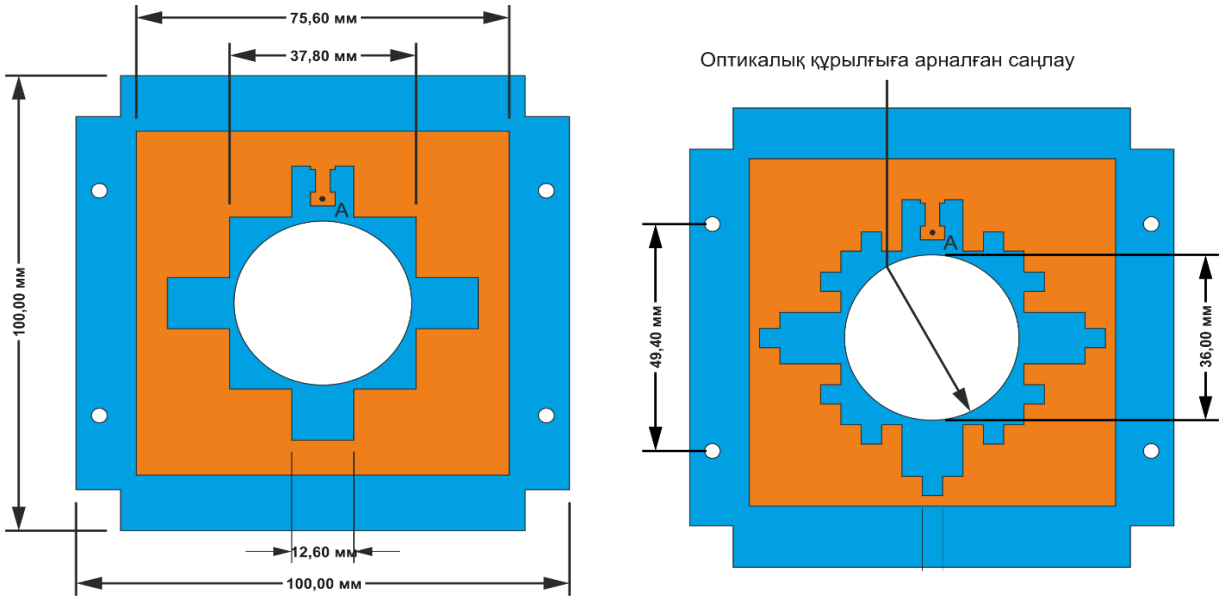
Антенна өлшемдері 100 мм × 100 мм × 1.6 мм екі жағынан мыспен қапталған диэлектрик материалдан жасалынған, оның ортасында оптикалық құрылғымен біріктіруге арналған диаметрі 36 мм саңлау орналасқан (2-б сурет). Патч пен шағылдырушының материалы - мыс, ал диэлектрик материалы FR-4 шынытекстолитінен (ε=4.3) жасалған.

Патч антеннаның өлшемдерін анықтауда төмендегі қарапайым патч антенна формуласы қолданылды [9]:

$$\mathbf{L} = \frac{\mathbf{c}}{2f\sqrt{\frac{\varepsilon+1}{2}}} \qquad (1)$$

мұндағы, f- антеннаның жұмыс істеу жиілігі, с – жарық жылдамдығы, ε – диэлектрлік материалдың диэлектрлік өтімділігі.

Формула бойынша патчтың ішкі өлшемі есептелді. Жиілікке сәйкес негізгі өлшем 37.8 мм (2-а сурет). Сыртқы өлшем - 75.6 мм. Қоректендіру - А нүктесі арқылы ¼ ұзындыққа сәйкес жазықтық сызық арқылы беріледі. Бұл өткізгіш антеннаның жиіліктік баптауына дұрыс әсерін береді.



(а) (б)

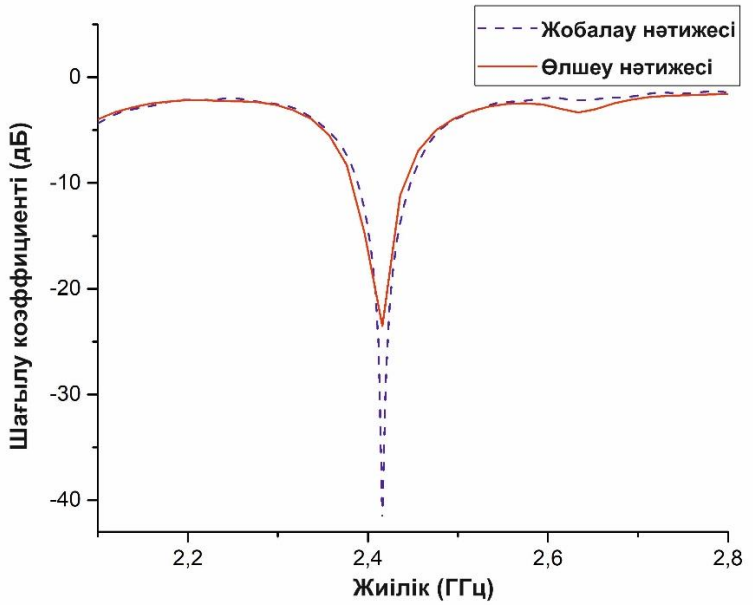
2-сурет. ЖФ-ның 1-ші (а) және 2-ші (б) предфракталындарына негізделген антенналардың модельдері

Антенналардың жобасы CST Microwave Studio 2018 компьютерлік пакетінің көмегімен жасалды. Жасалған прототиптің S-параметрі мен кернеу бойынша тұрғын толқын коэффициенті (КТТК) MS46121A векторлық анализаторы арқылы өлшенді.

АЛЫНҒАН НӘТИЖЕЛЕР

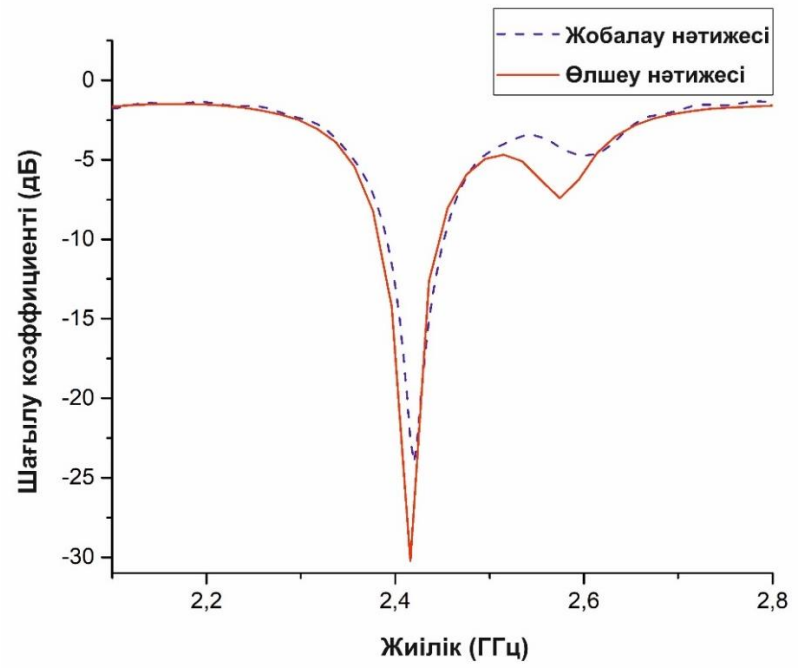
Бұл бөлімде антеннаның CST Microwave Studio ортасында жобалау барысында алынған нәтижелер мен антенна прототипінің шынайы өлшенген сипаттамалары көрсетілген. Алынған нәтижелер сәйкес графиктерде сызылып, өзара салыстырылды.

3-суретте ЖФ-ның 1-ші предфракталына негізделген антеннаның моделі мен прототипінің S-параметрі көрсетілген. Бұл графикке сәйкес жобалау нәтижесімен шынайы эксперименттік нәтиже өзара сәйкес, екі жағдайда да резонанстық жиілік 2.42 ГГц құрайды. Шағылу коэффициенті -10 дБ-ден әлдеқайда төмен.



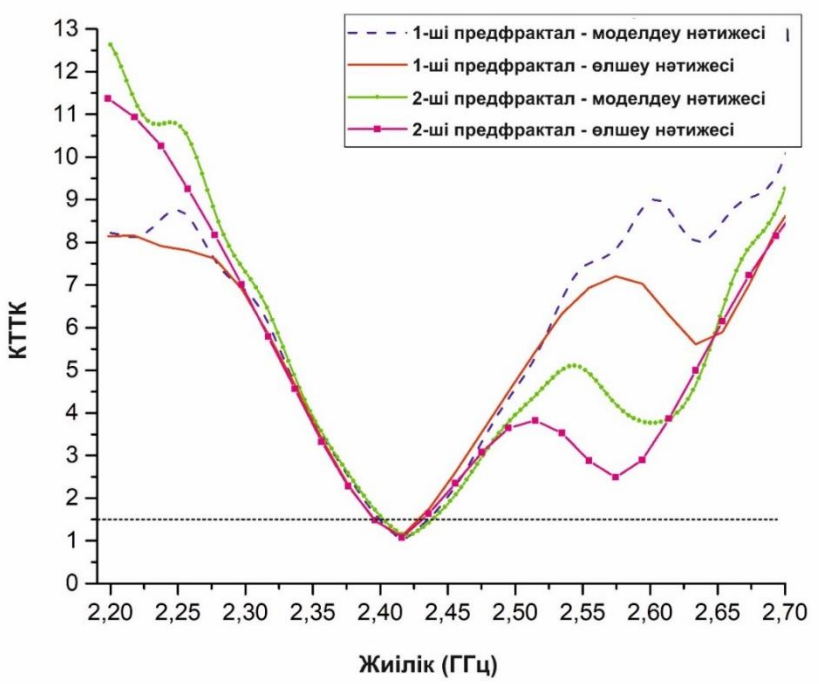
3-сурет. ЖФ-ның 1-ші предфракталына негізделген антеннаның моделі мен прототипінің S-параметрі

4-суретте ЖФ-ның 2-ші предфракталына негізделген антеннаның S-параметрінің компьютерлік жобалау барысында алынған және шынайы эксперименте алынған нәтижелері көрсетілген. Графикке сәйкес, антеннаның прототипінің шағылу коэффициенті компьютерлік жобалаумен салыстырғанда айтарлықтай төмен екеніне көз жеткізуге болады. Резонанстық жиілік те компьютерлік жобалау мен эксперименттік нәтиже үшін бірдей мәнге ие.



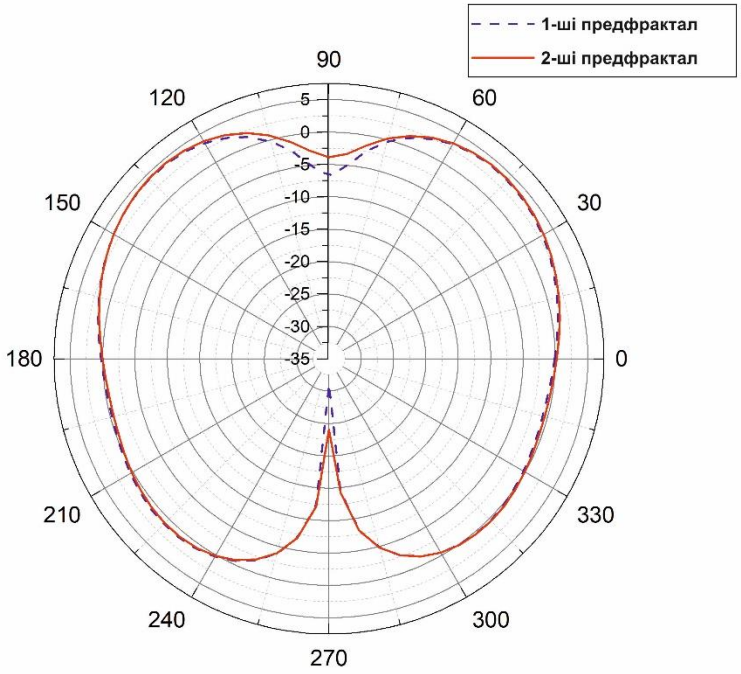
4-сурет. ЖФ-ның 2-ші предфракталына негізделген антеннаның моделі мен прототипінің S-параметрлері

5-суретте ЖФ-ның 1-ші және 2-ші предфракталдары негізіндегі антенналардың компьютерлік жобалау нәтижесінде және шынайы өлшеу нәтижесінде алынған КТТК көрсеткіштері қарастырылған. Бұл суретке сәйкес барлық графиктерде 2.42 ГГц жиілікте КТТК көрсеткіші 1.5 – тен төмен екенін байқауға болады.



5-сурет. ЖФ-ның 1-ші және 2-ші предфракталдары негізіндегі антенналардың КТТК көрсеткіші

Сонымен қатар, компьютерлік жобалау нәтижесінде антенналардың бағытталу диаграммасы алынды (6-сурет). 2D бағытталу диаграммасына сәйкес антенналардың энергияны бағыттау көрсеткіштері бір біріне өте жақын. Екі антенна да симметриялы бағытталу диаграммасына ие.



6-сурет. ЖФ-ның 1-ші (үзік сызық) және 2-ші (толық сызық) предфракталдарына негізделген антенналардың 2D-бағытталу диаграммасы

Қорытынды

Бұл жұмыста кіші ғараш аппараттарына арналған ЖФ негізінде S-диапазонды патч антенналар қарастырылды. Оптикалық құрылғымен біріктірілетін бұл антенналар КҒА жүйесінің тиімділігін арттыруға мүмкіншілік береді. S-параметрі мен КТТК көрсеткіштері антенналардың 2,42 ГГц жиілігінде жұмыс істей алатындығын көрсетеді. Резонанстық жиілікте шағылу коэффициенті -10 дБ – ден әлдеқайда төмен. Оптикалық құрылғы мен антеннаның КҒА-ның бір бетін ғана пайдалануы энергетикалық қауіпсіздікті жоғарылатуға мүмкіндік береді. Бұл нәтиже тек күн элементімен қамтылатын ауданды арттырудың нәтижесінде ғана емес, оптикалық құрылғы мен антеннаның бір бағытқа бағытталуы нәтижесінде, яғни КҒА-ын басқаруға энергияның аз жұмысалуы есебінен де жүзеге аса алады. Ұсынылған антенналар өздерінің жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Компьютерлік жобалау нәтижелері мен өлшеу нәтижелері теориялық есептеулердің дұрыстығын көрсетті.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Nieto-Peroy C., Emami M.R., CubeSat mission: From design to operation. Applied Sciences (Switzerland). 2019, 9(15),3110.

[2] Yoo Y., Kim S., Suk J., Kim J. Attitude control system design & verification for CNUSAIL-1 with solar/ drag sail. International Journal of Aeronautical and Space Sciences. 2016, 17(4),579-592.

[3] Alam, T.; Islam M.T.; Md. Ullah, A.; Cho, M. A Solar Panel-Integrated Modified Planner Inverted F Antenna for Low Earth Orbit Remote Sensing Nanosatellite Communication System. Sensors. 2018, 18, 2480.

[4] Podilchak, Y.K.; Comite, D.; Montgomery, B.K.; Li, Y.; Gomez-Guillamon Buendia, V.; Antar, Y.M.M. Solar-Panel Integrated Circularly Polarized Meshed Patch for Cubesats and Other Small Satellites. IEEE Access. 2019, 7, 96560-96566.

[5] Nascetti, A.; Pittella, E.; Teofilatto, P.; Pisa, S. High-gain S-band patch antenna system for earth-observation CubeSat satellites. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. 2015, 14, 434-437.

[6] Ángel Figueroa-Torres, C.; Luis Medina-Monroy, J.; Lobato-Morales, H.; Arturo Chávez-Pérez, R.; Calvillo-Téllez, A. A microstrip antenna based on a standing-wave fractal geometry for cubesat applications. Microwave and Optical Technology Letters. 2016, 58, 2210-2214.

[7] Simón, J.; Alvarez-Flores, J.L.; Villanueva-Maldonado, J.; Castillo-Topete, V.H.; Leonel Soriano-Equigua; Flores-Troncoso, J. A Microstrip Second-Iteration Square Koch Dipole Antenna for TT&C Downlink Applications in Small Satellites. International Journal of Antennas and Propagation. 2017.

[8] Жанабаев З.Ж. Фрактальная модель турбулентности в струе. Известия КСРО ҒА СБ , техн. ғыл. сериясы 1988.4 шығ.. № 15. 57-60.

[9] Balanis, C.A. Antena theory, analysis and design, 3rd ed.; Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2005; pp. 816-820.

Мейрамбекұлы Н., Темирбаев А.А., Карибаев Б.А., Намазбаев Т.А.

S-диапазонная патч антенна на базе анизотропного фрактала для малых космических аппаратов

Резюме: В данной статье были изучены патч-антенны на основе анизотропного фрактала на основе малых спутников, в частности наноспутников. Исследуемые антенны рассчитаны на наноспутники в соответствии со стандартом CubeSat с размерами 100 мм × 100 мм × 100 мм. Согласно предложенной концепции, антенна должна быть интегрирована с оптическим устройством для повышения общей эффективности системы. В работе были выполнены теоретические расчеты, компьютерное моделирование и реальные эксперименты, результаты сопоставлены и проанализированы.

Ключевые слова: Малые космические аппараты, антенна, анизотропанизотропный фрактал, патч антенна.

УДК 72.034 – 728.7

А. Муталиев , К.И. Самойлов А.В. Ходжиков
(Satpaev University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: alisher.mutaliev@gmail.com

WAYS OF DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENT COMPLEXES

Abstract: Extensive foreign experience allows, based on the analysis, to determine the optimal ways for Kazakhstan to solve the problem of improving the energy efficiency of urban complexes. An economically optimal solution to the problems of improving the energy efficiency of urban complexes should not conflict with the processes of solving the problems of reducing harmful environmental impacts.

Key words: energy efficiency, “green architecture”, energy self-sufficiency.

Energy efficiency is one of the indicators of the scientific, technical and economic potential of society, allowing us to assess the level of its development. The first President of the Republic of Kazakhstan N.A. Nazarbayev put forward the Green Bridge initiative, designed to unite the efforts of the whole world for the transition to a green economy. The essence of the initiative is that advanced countries should provide their latest green technologies at no cost on a turnkey basis. In turn, developing countries are committed to creating favorable conditions for attracting these technologies and investments. The implementation of the initiative will not only give impetus to the development of green technologies, but also provide developed countries with the opportunity to overcome the protracted crisis. Energy efficiency was included in the state program of forced industrial and innovative development. Several important documents have been developed, including the laws “On energy saving and improving energy efficiency” and “On introducing amendments and addenda to some legislative acts of the Republic of Kazakhstan on energy saving and improving energy efficiency”, as well as the Comprehensive Plan for Improving Energy Efficiency of the Republic of Kazakhstan and the Zhasyl Damu program [2].

The available energy-saving potential is largely due to the typical technical solutions used in the design of energy consumption and energy supply systems in the 50-70s of the XX century.

The existing practice of irrational spending of fuel and energy resources is largely determined by the prevailing system of priorities, in which the rational use of energy resources did not have a significant impact on economic indicators. Changes in pricing policies, quotas for greenhouse gas emissions into the atmosphere, have led to a significant increase in the share of energy in the cost of production. The deficit of fuel and energy resources has grown and a steady tendency to increase their value has appeared. In connection with the foregoing, tendencies in energy-efficient construction aimed at reducing the energy consumption of existing buildings and structures and the use of non-traditional energy sources seem relevant and have great scientific, technical and practical significance [1].

For many centuries, architecture had different images, the centers of architectural structures constantly changed, materials and technologies improved. Each new era developed on the basis of the previous one, decorating and perfecting it. Over the many thousand years of human history in various regions, various

materials and architectural techniques have been used to maintain comfortable living conditions. The main building materials of the ancient period were: tree branches, clay, clay bricks, stone. As civilization develops, the technologies necessary for the comfortable existence of people in their homes improved; the improvement of technology directly affected the way of life, the way of life, which radically affected the development of architecture and structural elements of buildings and structures. The main architectural techniques of antiquity: large wall thickness; minimum or even complete absence of window openings in houses; arrangement of shaded atriums; covered walkways between houses; increasing the thickness of the roofing layer (straw, earth, clay, water basins), as a thermal insulation of the roof; The first engineering systems for space heating were invented (Roman hypocaust). In the Middle Ages, the dwelling was heated due to open hearths, stoves and fireplaces. Also in the Middle Ages in some regions, the foundations of centralized water, fire-air and smoke-pipe heating systems arose. The main type of fuel was wood and charcoal. Deforestation in the Middle Ages has reached enormous proportions. Over the entire period of the Middle Ages, the forests of Europe decreased by 3-4 times. The first laws were passed banning deforestation; a ban on the use of coal in London. In the middle of the 20th century, mankind began to reduce the use of coal, in favor of alternative energy sources; adoption of laws governing emissions of harmful substances into the atmosphere [3].

Energy-efficient buildings as a new direction in experimental construction appeared after the world energy crisis of 1974. Energy-efficient buildings are those buildings that, when designed, provided a set of architectural and engineering measures that would significantly reduce the energy costs of heating these buildings compared to conventional (typical) buildings while improving the comfort of the indoor climate. The design methodology for an energy-efficient high-rise building should be based on a systematic analysis of the building as a single energy system. The presentation of an energy-efficient high-rise building as the sum of independent innovative solutions violates the principles of systematicity and leads to a loss of energy efficiency of the project [1].

Sources used in the design of energy-efficient high-rise buildings:

• Use of solar energy (solar collectors or buffer zones for the accumulation of solar heat - will reduce the cost of heat supply to the building; natural light - will reduce energy consumption).

• Use of wind energy (natural ventilation of the building - will reduce energy consumption; installations for the accumulation of thermal energy from mechanical impact on this wind installation at high altitude, etc.)

• The use of water energy (for example, the use of low-temperature groundwater as a source of cold supply - reduces the load on air conditioning; the use of groundwater as industrial water in the building - reduces the load on the water supply, etc.).

• Use of land energy (use of land heat to reduce energy costs for heat supply and cooling, use of the base of a building to accumulate heat or cold, etc.).

Modern engineering equipment can also significantly reduce the energy consumption of a building. Modern systems of water supply, heating, air conditioning and ventilation help create comfortable living conditions for people, even at an altitude of 300 meters from ground level. The main ways to improve the energy efficiency of a high-rise building due to engineering systems:

• The use of refrigerated ceilings and radiant panel heating to reduce energy costs for cooling and heating, as well as to improve comfort.

• Reduced to the minimum required level the performance of the air conditioning system due to the reduction of heat input into the premises during the warm season and the use of natural ventilation.

• Utilization of heat from the exhaust air to heat the supply air.

• The use of pumps with automatically adjustable speed in the water heating system to reduce energy costs and obtain a comfortable air temperature in the serviced rooms.

Modern building envelopes. In Europe, as in other countries of the world, very much attention is paid to the building envelope, they affect not only the aesthetic perception of the building, but also its energy efficiency. In high-rise buildings, enclosing structures are subject to increased requirements for their aesthetic, technical and physical characteristics. The most common construction in energy-efficient high-rise buildings is double ventilated facades:

• Double ventilated walk-through facade with adjustable external fences and air valves, which provides reduction and regulation of the pressure difference on both sides of the fence at high wind speeds and in high-rise buildings; reduction of heat consumption for heating in the cold season, not only due to improved thermotechnical qualities of the fence, but also by adjusting the air valves; reduction of cold consumption in the air conditioning system by ventilating the double facade with outside air.

• Use of the space between the outer and inner shells of the facade as a static air gap with good thermal insulation properties.

• Reduction of energy costs for cooling the building is achieved by using sealed double-glazed windows filled with inert gas and reflecting infrared radiation.

• The use of elements of external building envelopes as sun protection devices to reduce heat from solar radiation in the warm season.

• Widespread use of translucent exterior building envelopes for use primarily in natural lighting in a building.

• Selection of high-performance thermal insulation and the use of translucent walling with enhanced thermal protection characteristics.

In our climatic conditions, the use of fully glazed (even double) ventilated facades will not lead to an increase in the building's energy efficiency; rather, on the contrary, it is therefore necessary to look for other, more effective schemes of building envelopes.

Intelligent building automation systems. “Intelligent building” is a multidimensional concept. This is “building”, and “complex of systems”, and “technology”, etc. Let us define an intelligent building as a modern technology of automated complex systems of building engineering equipment with a certain degree of their integration based on structured cabling systems and open system standards. Under the standard understanding of "intelligent building" is meant a stable set of characteristic features inherent in it:

- the provision of a specific set of services to residents of the building;
- the ability to respond optimally to changes in the processes taking place in the building;
- a combination of “decentralized” (distributed) principles for building systems with centralized monitoring functions;
- a structured approach to the construction of building engineering systems;
- the ability to make changes at minimal cost.

An “intelligent building” is not so much external effects as the efficient work of engineering equipment that is imperceptible to others, creating ideal living conditions for the inhabitants of the building. Efficiency is achieved by a clear interaction of individual systems, their integration. In the “intelligent building”, the basic elements of the “environment” (structure, systems, services, management) and the relationships between them are optimized. Experts believe that the use of integrated integrated systems saves at least 15% of the owner’s installation costs by eliminating redundant connections in the infrastructure. Less cost is required for training personnel of the facility management complex. The owner gets the opportunity to manage all systems of the object from one workstation [3].

Energy-saving technologies bring new forms and technological elements to the architecture. Solving these problems requires the architect to have knowledge of modern energy-saving technologies. Studying this issue will give the architect a methodology and algorithm for designing technological structures in the architecture of a modern building. Technical solutions and requirements used in energy-efficient buildings:

1) High thermal insulation properties of building envelopes. Thermal insulation from the soil of the foundations and the basement (basement). Heat saving window systems;

2) Maximum sealing of the building. Doors should be equipped with automatic closing devices (closers). Exterior doors and windows should be equipped with closing sensors;

3) Equipment of the building with a combined system of hot water supply, heating, ventilation and air conditioning, including energy-efficient building envelopes, a heat pump, a seasonal heat accumulator and using renewable energy sources - solar radiation, air and soil heat.

4) The supply and exhaust ventilation system with a heat recuperator combined with a central heating-conditioning fan coil;

5) Low temperature heating system;

6) The roof and facades (individual sections) are made in the form of energy-active building envelopes based on a helioprofile;

7) Equipping an energy-active building with elements of the “smart home” system.

The concept of designing modern buildings is based on the idea that the quality of our environment has a direct impact on the quality of our lives at home, in the workplace or in common areas that form the basis of our cities. This emphasis on social aspects is a recognition that architecture and construction are developing on the basis of the needs of people - both spiritual and material. In addition to the environmental aspect, the economic role plays an important role, since the higher the building, the more expensive it is to operate. This factor determines the introduction of energy-efficient technologies in high-rise construction. The logical conclusion to the development of energy-efficient buildings was the practice of building “Sustainable buildings”, which today is of great interest to specialists from all countries [3].

A large number of buildings, microdistricts, and even architectural and construction zones have appeared in world construction, which were designed and built on the basis of various concepts of energy-efficient and environmentally friendly technologies. These concepts are determined by their own names. The most famous were the following of them:

- energy efficient building (energy efficient building) - a building in which the efficient use of energy is achieved through the use of innovative solutions that are technically feasible, economically sound, environmentally and socially acceptable and do not change the usual way of life;

- low energy building - a building constructed using modern building materials in which the specific energy consumption for heating is from 50 to 80 kW · h / m2;

-the building with ultra-low energy consumption (ultralow energy building), in which the specific energy consumption for heating is from 20 to 40 kW • h / m2;

- building with zero energy use (zero energy building) - buildings with zero external energy balance generate the same amount of energy as they consume, if the comparison is made taking into account the specifics of external energy sources .;

- passive building (passive building) - a structure whose main feature is the lack of heating or low power consumption - an average of about 10% of the specific energy per unit volume consumed by most modern buildings. Most civilized countries have their own passive house standard requirements;

- bioclimatic architecture (bioclimatic architecture) - one of the areas of architecture in the hi-tech style with a pronounced use of glazed spaces. Bioclimatic architecture is a relatively young phenomenon in construction. The main principle of bioclimatic architecture is harmony with nature, the desire to bring the human home closer to nature;

- healthy building - involves measures that can create a healthy microclimate in the room, while significantly reducing energy costs.

The use of renewable energy sources is associated with a fairly high level of initial investment and long payback periods. In addition, the volumes of energy received are not as great as with the intensive use of traditional sources. Accordingly, the amount of energy received is quite limited, which suggests the possibility of energy supply only optimally feasible array. This puts forward as a priority the task of determining the objectively feasible parameters of buildings and structures, highlighting the ethical criteria of “reasonable limitation of needs”, which must be commensurate with the real possibilities of generating energy from renewable sources.

From the standpoint of the development of architecture, this process is largely associated with the formation of parameters commensurate with the possibilities of "green energy" of residential and public buildings. The problem also includes the use of, for example, “short” cars that require less parking space, and the priority of public transport over private transport. This determines the need for conscious self-restraint of users who are going to impair the comfort of their personal mobility on the basis of a personal belief in the social expediency of reducing the harmful effects on the microclimate and reducing the "irrationally" used urban areas. Administrative measures to, for example, restrict entry to certain territories for personal transport, prohibition of parking lots, etc. cannot solve problems in the absence of personal motivation for self-restraint in the name of public interests [10].

In the same area there are issues of multifunctional use of spaces, restrictions on the construction of low-rise houses and mid-rise buildings in favor of high-rise buildings, which are more energy efficient and occupy significantly less territory, significantly improving the rate of output of square meters of operating area per hectare of territory. Equally contradictory in modern conditions is the problem of active development of underground spaces. This is especially true for multi-level parking, in which the most popular are places located in the closest proximity to the exit, and in their absence, the owner focuses on finding options for surface parking.

As a result of the lack of personal motivation to live in "dense" multi-level, densely populated urban units, suburban villages with villas and cottages are expanding, occupying territories that are withdrawn from the forest fund or agricultural turnover.

Given the duration of the formation of each individual’s personal orientation to the priority of social needs, combined with the relevance of the accelerated transition to renewable energy sources, the determination of the optimal parameters of the most massive types of construction taking into account the real possibilities of energy supply from renewable sources comes to the fore.

The current state building norms and rules regulate the observance of the minimum necessary standards: “Residential buildings”, “Public buildings and structures”, “Multifunctional buildings and complexes”, “Fire

safety of buildings and structures", "Urban planning, Planning and development of urban and rural settlements ","" Planning and development of areas of individual housing construction ". There are also recommended parameters of the objects, the construction of which is carried out with the involvement of state funds, for example, "State social housing".

In the field of private capital investments, only the minimum standards of comfort and safety are regulated. Building on the basis of exclusively private investments parametrically does not have an upper limit on the area and range of premises. There are no restrictions on the number of facilities under construction. Some streamlining of commercial property types may play. One example recently adopted in the Russian Federation is the "Unified Classification of Multi-Unit Residential New Buildings". However, its provisions are advisory in nature and are intended primarily to streamline terminology.

The combination of ethically justified consumer preferences for the use of renewable energy sources (brought up on the basis of propaganda of new worldview guidelines as a kind of "green thinking"), formed on this basis, "a reasonable restriction of needs" by the area of premises, their nomenclature and the degree of isolation of apartments in the house and objects in the composition of the settlement, the development of a regulatory framework for the mass introduction of renewable energy sources and effective mechanisms for economic support for its production Consumption and consumption will provide incentives for the development of the construction sector of the green economy.

Naturally, newly designed facilities and existing ones require different approaches to solving their energy efficiency issues. However, this difference lies mainly in the field of technical and technological coordination of the main function of the facility with engineering solutions of energy supply systems. For both new and already operating facilities, depending on the specific location of the facility, its size and technological equipment, there are various approaches to ensure its high energy efficiency. The following are considered as examples: "Green Marina City", Chicago (reconstruction - 2012, "Influx Studio"); Forest House, Milan (2006, Stefano Boeri Architetti); The floating island "Ark".

The territory of Kazakhstan has unique opportunities for using renewable energy sources to ensure optimal functioning of energy-efficient complexes. Almost all areas of the country have the potential to develop wind energy. The southern, southwestern and southeastern regions of the country are suitable for mass use of solar panels. In some places of these regions there are geothermal waters, the active use of which is also one of the links to achieve maximum energy efficiency of development. Significant potential for integrated use is present in the Caspian Sea.

To illustrate the existing possibilities of using renewable energy sources and reducing energy losses during operation, several examples from foreign practice are typical:

Residential buildings

Name	Features
Heliotrope House, Freiburg (2010, R. Disch, Ralph Disch Solar Architecture);	- "Solar Sail" (Sun Sail). It tracks the movement of the Sun and automatically unfolds after it, collecting solar energy and providing all the energy needs of the owners.
Eco-house "FabLab House", Madrid (2010, "Catalan Institute of Advanced Architecture"); [4].	-a unique house with an organically integrated system of solar panels, built in Spain according to the project of specialists from the Spanish Institute for Advanced Architecture IAAC. The construction technology developed by the authors makes it possible to establish such an innovative housing in just fifteen days.

Public buildings

Name	Features
Mary Ex Tower, London (2000, Foster + Partners);	- the skyscraper has no corners, which allows wind flows to flow down. - The building is almost completely glass, its top is closed by a transparent dome -Inner areas for green spaces are provided
Pixel Building Office, Melbourne (2009); [5].	- On the roof of the building are installed wind turbines, solar panels and special tanks for collecting rainwater. Carbon dioxide emissions will be neutralized due to the abundance of greenery planted on special window sills ..

Bahrain World Trade Center, Manama (2008, Atkins); [6].	-Two towers are connected by three bridges, each of which has a 225 kW wind generator, with a total capacity of 675 kW. Each of these turbines with a diameter of 29 meters (95 feet) is oriented to the north, since it is from there, from the Persian Gulf, that the wind blows the largest number of days in a year/
LifeCycle Tower Building, Dornbirn (2012, Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH); [7].	In this project, Cree demonstrates the potential of new construction technologies, the level of comfort of the working environment, the energy efficiency of hybrid structures and their compliance with the concept of sustainable development of the environment.
Barkhany Conference Center, Taichung (2011, MAD Architects); [8].	- special coating of walls, they intend to receive energy here from the sun and wind
Building “Marina and Beach Towers”, Dubai (2010, “Oppenheim”) [9].	These towers use natural ventilation, special systems for processing water that flows between buildings to make up for some of the water and energy. The most important thing in these facilities is the use of alternative renewable energy sources such as solar panels and windmills, the efficient use of special water treatment systems. All these features allow the complex to assign the title of "green building".

Widespread practice of building the so-called "passive houses". Usually made from local natural building materials, equipped with systems of solar and biological electricity generation, as well as recycled water supply, these houses are becoming more and more popular in various climatic conditions as an element of an energy-efficient architecture system.

The idea of mobile homes is gaining more and more popularity, for which an increase in the degree of energy autonomy is the most important indicator: “Eco-cube”, Toronto (2009, E. Kalnitsky); Mobile Eco-House, Copenhagen (2007, Organization No. 55); Floating Eco-House “Silver Fish”, Oldenburg (2006, “Confused-Direction”); Floating Island, Brooklyn "Waterpod" (2008).

Transport infrastructure facilities are increasingly being included in the energy-efficient architecture development system: Green Ribbon, Gardiner Expressway, Toronto (2011, Quadrangle Architects); Monorail Energy Belt, Bologna (2010, Iosa Ghini Associati); Solar Tunnel, Antwerp-Paris High Speed Railway (2011); Floating Airport, San Diego (2012, OceanWorks Development).

The production of crop and livestock products is also gradually being included in the energy-efficient construction system: Dragonfly House-Farm, Roosevelt Island (2006, V. Kallebo); 2 - City Eco-Farm, London (2004, B. Martell).

A large number of projects, some of which have been implemented, provide a comprehensive solution to the problem of energy efficiency and the use of renewable energy sources on a large-scale urban development scale: Eco-City, Tianjin (2007); Eco-city 2020, Mirny (2005, AB Alice); Eco City Masdar, Abu Dhabi (2005, Foster + Partners); Autonomous eco-city “Ziggurat”, Dubai (2010, “Timlinks”); The island cities of LilyPad, Monte Carlo (2005, W. Callebot); Eco-Land Eco-Land, Hong Kong (2008, AETER).

Kazakhstani practice of the widespread use of renewable

energy sources are not so extensive, but there are several examples of large multifunctional complexes in which the capabilities of several types of renewable resources are applied at different latitudes: 4G City satellite complex (2008, 4G Design Institute). Of the interesting objects, the most attention is drawn to the Abu Dhabi Plaza complex in Nur Sultan (Foster + Partners), launched in 2010.

The original idea of the dome in Nur-Sultan, proposed by the first president of the country N.A. Nazarbayev, is distinguished by its originality. The development of this idea is the project of the Big Dome over the Left Bank in Nur-Sultan (E. Nevelichkov) [10].

In the context of the international exhibition EXPO-2017 held in 2017, the capital of Kazakhstan becomes a city with harmoniously resolved environmental problems and achieved high standards of quality of life. As part of this, a number of projects are being implemented: the Astana Green City project, which addresses issues of energy efficiency and the transition to the widespread use of renewable energy sources; Astana Mobility project aimed at developing transport infrastructure and improving logistics in the framework

of EXPO-2017; “Welcome to Astana” project, focusing on achieving international standards in the service sector and hotel infrastructure.

For Kazakhstan, rich in natural resources and actively using traditional energy sources, the theme of EXPO-2017 - “Energy of the Future” - is very important, since increasing the energy efficiency of the country's economy, expanding the use of alternative and renewable energy sources is the main direction of creating a guaranteed sustainable development of the economic complex [10].

Thus, we can conclude the following:

The parametric aspects of ensuring energy efficiency in urban complexes are based on a counter solution to two problems: increasing the economic efficiency of using renewable energy sources, on the one hand, and the formation of an ethical reasonable restriction of needs corresponding to the level of development of the energy system, on the other.

The complex of rationally limited parameters is associated with the size of the selected personal residential and public spaces, the degree of their isolation in the urban environment, and the priority in using public transport as an alternative to personal.

The result of the coordination of existing opportunities to increase the efficiency and spatial and spatial parameters of the development may be a certain decrease in the size of both urban areas as a whole, and individual complexes and cells.

The functional aspects of ensuring energy efficiency of urban complexes are associated, on the one hand, with the problem of determining the range of energy sources used in new and reconstructed from the standpoint of improving the energy efficiency of buildings and structures, and on the other, maintaining the convenience of functioning and comfortable living in urban complexes.

The successful functioning of renewable energy systems in urban complexes implies an active participation in the implementation of the program of each inhabitant, regardless of his social status.

The objective compaction of urban complexes makes the development of compact networks of “horizontal” and “vertical” transport one of the most important.

Prospects for the development of energy-efficient urban complexes in Kazakhstan are based on the significant potential of existing types for use as alternative sources.

Extensive foreign experience allows, based on the analysis, to determine the optimal ways for Kazakhstan to solve the problem of improving the energy efficiency of urban complexes.

An economically optimal solution to the problems of improving the energy efficiency of urban complexes should not conflict with the processes of solving the problems of reducing harmful environmental impacts.

REFERENCES

[1] Надеева И.А., Самойлов К.И. «Экологическая ориентация архитектуры: от естественной необходимости к осознанной потребности» // Проблемы античного мира и современность / Алматинский центр антиковедения. Межвузовский научный сборник, вып. IV. – г.Алматы: Алматинский филиал негосударственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов», 2013. – С.498-503.

[2] Об утверждении Комплексного плана повышения энергоэффективности Республики Казахстан на 2012 - 2015 годы – URL: https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo_respubliki_kazahstan_premer_ministr_rk/promyishlennost/id-P1100001404/

[3] Надеева И.А., Самойлов К.И. «Приемы проектирования энергоэффективных зданий» // научный журнал Вестник КазГАСА №1 (47) секции Архитектура – г.Алматы: Изд.д КазГАСА «Архитектура и Дизайн», 2013.

[4] Абилов А.Ж. «Принципы устойчивой архитектуры: Учебник/ – Алматы; ТОО «Лантар Трейд» 2019г,-150 с.

[5] Эко-дом «FabLab House», – URL: https://novate.ru/blogs/180111/16592/

[6] Офис «Pixel Building»,– URL: http://aenergy.ru/tag/%D1%8D%D0%BA%D0%BE-%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5

[7] Бахрейнский всемирный торговый центр, Манама, – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%85%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80

[8] Здание «LifeCycle Tower», – URL: http://norvex.pro/company/blog/sovremennoe-derevyannoe-domostroenie-lct-one-lifecycle-tower-one-dornbirn-avstriya-ofisnoe-zdanie-iz/

[9] Конференц-центр «Барханы», Тайчжун, – URL: https://novate.ru/blogs/031009/13077/

[10] Здание «Marina and Beach Towers», – URL: http://krutoy-dom.ru/shedevr-mirovoj-arxitektury-v-oae/
[11] Надеева И.А. «Перспективы развития энергоэффективных многофункциональных комплексов в крупных городах Казахстана // научный журнал Вестник КазГАСА №2 (48) секции Архитектура – г.Алматы: Изд.д КазГАСА «Строительство и Архитектура», 2013.

Муталиев А., Самойлов К.И., Ходжиков А.В.

Даму жолында энергия тиімді кешені

Түйіндеме. Функционалдық аспектілерін қамтамасыз ету энергия тиімділігін қалалық кешендерінің байланысты, бір жағынан, байланысты проблема анықтау номенклатурасы пайдаланылатын электр жабдықтау көздері жаңа және қайта жаңартылатын тұрғысынан энергия тиімділігін арттыру " ғимараттар мен құрылыстардың, ал екінші жағынан, жұмыс ыңғайлы жұмыс істеу және тұру жайлылығы қалалық кешендер. Бұл мақалада даму перспективалары энергия тиімді қала кешендерінің негізінде Қазақстандағы ауқымды шетелдік тәжірибені.

Түйінді сөздер: энергия тиімділігі, "жасыл архитектура", энергетикалық өзін өзі қамтамасыз етуі.

Муталиев А., Самойлов К.И. Ходжиков А.В.

Пути развития энергоэффективных комплексов

Резюме: Функциональные аспекты обеспечения энергоэффективности городских комплексов связаны, с одной стороны, с проблемой определения номенклатуры используемых источников энергоснабжения в новых и реконструируемых с позиций повышения энергоэффективности зданий и сооружений, а с другой, сохранением удобства функционирования и комфортабельности проживания в городских комплексах. В данной статье рассматриваются перспективы развития энергоэффективных городских комплексов в Казахстане на основе обширного зарубежного опыта.

Ключевые слова: энергоэффективность, «зеленая архитектура», энергетическая самообеспеченность.

M.N. Serikbayeva, G.T. Balakayeva
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: serikbayeva.m@gmail.com, gulnardtsa@gmail.com)

MODELING OF PROCESSING LARGE DATA WITH USING METHOD OF DATA MINING

Abstract. The paper considers Data Mining technologies, in particular, the use of the regression analysis method for processing a large amount of data. The problem of predicting possible lending to a client is solved by processing a large amount of data from potential customers using the example of mortgage loan of a banking enterprise. Libraries and frameworks of the Python programming language such as Pandas, Scikit-learn and Scipy are used in PyCharm environment to obtain the result of data analysis.

Keywords: Data Mining, processing of large data, regression analysis, crediting.

Introduction

Nowadays, Data Mining methods are becoming more widespread technology. The essence of Data Mining is the discovery of earlier unknown and practically useful data necessary for decision-making in various fields of activity. One of these activities is the banking system for issuing loans. Credit analysis becomes an automated process because it reduces manual work and increases customer retention.[1] Information technology has helped the banking sector deal with the challenges posed by the new economy.

Currently, banks use Data Mining tools to retain customers and receive benefits, credit scoring and approval, forecasting payment declines, marketing, identifying illegal transactions, etc. Data analysis is nothing more than revealing patterns and relationships in data. In Data Mining, methods such as artificial neural networks, the K-nearest neighbor method, decision trees, and the regression method are widely used to analyze large amounts of data.[2]

In this case, the issues of using specific Data Mining methods and algorithms for analyzing and processing large amounts of data for issuance a mortgage loan are considered. One of the fundamental methods of data analysis is presented as regression analysis. Regression analysis deals with the relationship between one variable and several others, called independent variables. This relationship is represented using a mathematical model where the independent variables are related to the dependent through the regression function.

The paper describes the solution of the forecasting problem for issuing a mortgage loan to a client with the help of logistic regression method using the Pandas, Scikit-learn and Scipy libraries of the Python programming language.

Problem statement

The given large amounts of data about the bank's customers must be processed by the method of logistic regression. It is a classification problem where we have to predict whether a loan would be approved or not. Finally it gives the accuracy score between 0 and 1 with the help of training and testing samples what shows the result of the problem. In the classification problem, discrete values based on a given set of independent variables must be predicted.

Using of logistic regression method

Methods for studying the relationship of variables refer to regression analysis. If the space of objects is denoted by X and the set of possible answers Y, then there is an unknown target dependence $y: X \to Y$, the values of which are known only on the objects of the training sample $X^n = (x_i, y_i)$, where $i = 1, \dots, n$; $y_i = y(x_i)$. It is required to construct an algorithm, which is commonly called the regression function $f: X \to Y$, which approximates the target dependence y [3].

The logistic regression model is designed to solve the problems of predicting the values of a continuous dependent variable, and this variable can take values in the range from 0 to 1, and the values of the dependent variable cannot be less than (or equal) 0, or more than (or equal) 1 , regardless of the values of the factors. The construction of logistic regression is relevant in assessing the probability of the occurrence of a particular event (for example, the issued loan turned out to be problematic) depending on the values of independent variables (factors, predictors) [4].

Logistic regression is one of the main tools of credit scoring [5]. The logistic regression technique is used in credit scoring to calculate the $P(y = 1|x)$ probability of rejection of loan issue to a borrower with x characteristics. This probability can be presented as $P(y = 1|x) = \frac{1}{1+e^{-(\alpha+\beta^T x)}}$, where α and β are coefficients (the coordinates of β vector) [6].

The use of logistic regression is also possible for solving binary selection problems. Such tasks appear when the fact of the occurrence of a given event acts as a dependent variable. The dependent variable takes the value 1 if this event occurred and 0 otherwise [7-9]. For example, the dependent variable takes the value 0 if the borrower is not able to repay the loan and the value 1 if the loan obligations are fulfilled.

Description of Dataset

The database from Homebank sector has been selected. After doing preprocessing tasks and applying feature selection, the attributes such as Loan_ID, Married, Dependents, Education, Self_employed, Income, Credit_history, Purpose, Gender, Credit_amount, Age. The following table describes them:

Table 1. **Dataset**

No	The attribute	Description	Data type
1	Loan_ID	A unique loan number	Numeric
2	Gender	Male or Female	Nominal
3	Age	Customer age	Numeric
4	Married	Married or not	Nominal
5	Dependents	Amount of children	Numeric
6	Education	Graduate or not	Nominal
7	Self_Employed	Employed or not	Nominal
8	Credit_History	Previous history of customer credit	Nominal
9	LoanAmount	The amount of credit	Numeric
10	Loan_Amount_Term	The loan purpose	Nominal

Algorithms for solving of task

There are several algorithms in the regression technique which used to produce a model to predict the class of unknown class tables. The major goal of this algorithm is the provision by a model for predicting the class of unknown records [10].

The steps for the logistic regression method consist of the following:

• Prepare the training set, a records that are already have known class label.

• Build the model by applying one of learning algorithm using training set.

• Applied the model upon unknown data test set class.

After training and testing categorical and numerical variables by missing values, the target variable was log-transformed to make it closer to normal value. And the variable was separated into independent and dependent [11]. Procedure is demonstrated in the picture 1 given below.

```
train['LoanAmount'] = np.log(train['LoanAmount'])
test['LoanAmount'] = np.log(test['LoanAmount'])

x = train.iloc[:, 1:-1].values
y = train.iloc[:, -1].values
```

Figure 1. Log-transformation of the target variable

The regression analysis was implemented using Scikit-learn library. First, the dataset was split into the Train set and Test set. The picture 2 shows the fitting Logistic Regression to our training set by classification method.

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size = 0.20, random_state = 0)

from sklearn.preprocessing import StandardScaler
sc = StandardScaler()
X_train = sc.fit_transform(X_train)
X_test = sc.transform(X_test)

from sklearn.linear_model import LogisticRegression
classifier = LogisticRegression(random_state=0)
classifier.fit(X_train, y_train)
```

Figure 2. Logistic Regression implementation

Results

To predict the result of target variable we use prediction classifier y_pred = classifier.predict(x_test). Last step is checking accuracy by accuracy_score(y_test, y_pred)command. The prediction shows 0.8373983739837398 accuracy score for concrete customer's characteristics which proves the client is unable to get a loan from the bank.

Overall an innovative technique to analyze the prediction while giving loan is presented here. The proposed methodology of Data Mining is used to make decision about granting loan to the customer. This reduces human efforts and makes the banking system more efficient [13]. Thus it results in improving the customer retention.

Conclusion

Data mining is a tool used to extract the knowledge from existing data and enable better decision-making throughout the banking industries. Data mining tool use data warehousing to collect the various data from databases into an acceptable format so that the data can be mined. This mined data is then analyzed and the information that is captured from the data which is used throughout the organization to support decision-making. Data mining techniques are used many industries effectively. data mining tools used in many practical applications in such areas as analyzing medical outcomes, detecting credit card fraud, predicting customer purchase behavior, predicting the personal interests of Web users, optimizing manufacturing processes etc. have been very successful. It has also been responsible for to a set of fascinating scientific questions about how computers might automatically learn from past experience. The marginal industry is also realizing that data mining could give them a competitive benefit. A majority of the banks in developing countries are not usually known to exploit their information "asset" for deriving business value through data mining and gain

competitive advantage. Thus, customer retention and acquisition will be an important determinant of the banks' bottom lines. Those banks and retailers that have realized the utility of data mining and are in the process of building a data mining environment for their decision-making process will reap immense benefit and deceive considerable competitive advantage to stand competition in future

REFERENCES

[1] Chu, Wesley, and Tsau Young Lin. Foundations and advances in data mining. Vol. 180. Springer Science & Business Media, 2005, p. 132.

[2] Чубокова И.А. Data Mining.: учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 211 с.

[3] DATA MINING: теория и практика / под ред. И. Н. Брянцева. – М.: Издательская группа «БДЦ-пресс», 2006

[4] Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining, СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 336 с.

[5] Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. 3-е изд. М. : Диалектика, 2007. 912 с.

[6] Дюк В.А. Обработка данных на ПК в примерах. СПб.: Питер, 1997. 240 с.

[7] Khemais Z., Nesrine D., Mohamed M. Credit Scoring and Default Risk Prediction: A Comparative Study between Discriminant Analysis & Logistic Regression. International Journal of Economics and Finance, 2016, vol. 8, iss. 4, pp. 39–53.

[8] Balakayeva, G., K. Nurlybayeva Algorithmic scoring models: Applied Mathematical Sciences, Vol. 7, 2013, no. 9-12, 571-586.

[9] Balakayeva G.T., Phillips C. , Darkenbayev D.K., Turdaliyev M. Using NoSQL for Processing Unstructured Big Data // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences.- 2019 - Volume 6, Number 438 – p.12-21.

[10] Chitra, K., and B. Subashini. "Data Mining Techniques and its Applications in Banking Sector." International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering 3.8 (2013): 219-226

[11] Ince, H., and Aktan, B., 2009, "A Comparison of Data mining Techniques for Credit Scoring in Banking: A managerial Perspective." 10(3), 233–240.

[12] PROPOSALS FOR BANKS USING DATA MINING," International Journal of Latest Research in Science and Technology, pp. 126-131, 2014.

[13] Hsieh, N. C., 2004, "An integrated data mining and behavioral scoring model for analyzing bank customers." Expert Systems with Applications 27(4), 623-633.

[14] Eisenbeis R.A. Problems in Applying Discriminant Analysis in Credit Scoring Models. Journal of Banking & Finance, 1978, vol. 2, iss. 3, pp. 205–219.

Серикбаева М.Н., Балакаева Г.Т.

Data Mining әдісін қолдану арқылы үлкен деректерді өңдеуді модельдеу

Түйіндеме. Мақалада Data Mining технологиялары, атап айтқанда, деректердің үлкен көлемін өңдеуде регрессиялық талдау әдісін қолдану қарастырылған. Клиентке несие беруді болжау мәселесі банк кәсіпорындарының ипотекалық несиелендіру мысалы негізінде әлеуетті клиенттердің барлық мәліметтерін өңдеу арқылы шешіледі. Талданған деректердің нәтижесін алу үшін PyCharm ортасында Pandas, Scikit-learn және Scipy сияқты Python бағдарламалау тілінің кітапханалары мен рамалары қолданылады.

Түйінді сөздер: Data Mining, үлкен көлемін өңдеу, регрессиялық анализ, несиелеу.

Серикбаева М.Н., Балакаева Г.Т.

Моделирование обработки больших данных с использованием метода Data Mining

Резюме В работе рассматривается технология Data Mining, в частности использование метода регрессионного анализа для обработки большого объема данных. Решается задача прогнозирования возможного кредитования клиента путем обработки большого объема данных потенциальных клиентов на примере ипотечного кредитования банковского предприятия. Для получения результата анализа данных используются библиотеки и фреймворки языка программирования Python как Pandas, Scikit-learn и Scipy на среде PyCharm.

Ключевые слова: Data Mining, обработка большого объема данных, регрессионный анализ, кредитование.

УДК 681.2.08

B. T. Sarimova, Ch. A. Alimbayev, Zh. N. Alimbayeva, N. A. Bayanbay K. A. Ozhikenov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: bibinursarimova@gmail.com

INTERFERENCE-RESISTANT PROCESSING OF AN ELECTROCARDIOGRAM BASED ON THE HILBERT-JUAN TRANFORM

Abstract. Ensuring high noise immunity is one of the main problems of modern non-invasive cardiac diagnostics. An increase in the level of external electromagnetic interference, an increase in the degree of integration of electronic components, and a decrease in the power of useful signals leads to the fact that the isolation of ECS against the background of interference becomes a complex structural and algorithmic task. This task is particularly difficult for non-invasive cardiac diagnostic systems operating in conditions of free activity of the patient, when the intensity and variability of interference has a significant disinformation effect. Under these conditions, developers have to look for a solution to the problem of increasing the noise immunity of non-invasive ECG diagnostic systems, as the basis for ensuring the given reliability of automatic conclusions about the presence of critical heart conditions.The most appropriate approach to increasing the noise immunity of non-invasive ECG diagnostic systems is an approach based on the synergistic combination of several directions: time-frequency signal representation, adaptive nonlinear filtering, filter aggregation, noise estimation, etc.

Key words: noise-resistant processing of an electrocardiogram, Hilbert Juan Transformation

Б. Т. Саримова, Ч. А. Алимбаев, Ж. Н. Алимбаева, Н. А. Баянбай, К. А. Ожикенов
(Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан)
E-mail: bibinursarimova@gmail.com

ГИЛЬБЕРТ-ХУАНГ ТҮРЛЕНУІ НЕГІЗІНДЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММАЛАРДЫ ШУЫЛҒА ҚАРСЫ ӨҢДЕУ

Аңдатпа. Жоғары деңгейдегі шуылға қарсы өңдеуді қамтамасыз ету заманауи инвазивті емес жүрек диагностикасының негізгі мәселелерінің бірі болып табылады. Сыртқы электромагниттік кедергі деңгейінің жоғарылауы, электронды компоненттердің интеграциялану дәрежесінің жоғарылауы, пайдалы сигналдар күшінің төмендеуі ЭКС-дың интерференция фонында оқшауланудың күрделі құрылымдық және алгоритмдік міндетке айналуына әкеледі. Бұл міндет пациенттің еркін белсенділігі жағдайында жұмыс істейтін инвазивті емес жүрек диагностикалық жүйелері үшін қиын. Осы кезде, жүректің критикалық жағдайлары туралы автоматты тұжырымдардың сенімділігін қамтамасыз етудің негізі ретінде инвазивті емес ЭКГ диагностикалық жүйелерінің шуылға қарсы өңдеу жоғарылату мәселесінің шешімін іздеуі керек.

Инвазивті емес ЭКГ диагностикалық жүйелерінің шуылға қарсы өңдеуді жоғарылатудың ең қолайлы тәсілі бірнеше бағыттардың синергетикалық комбинациясына негізделген тәсіл: уақыт жиілігін сигналды ұсыну, бейімделгіш сызықты емес сүзу, сүзгі агрегациясы, шуды есептеу және т.б.

Кілтік сөздер: электрокардисигналды шуылға қарсы өңдеу, Гильберт- Хуанг түрленуі.

1. Электрокардиосгналдағы кедергілердің жіктелуі

Кедергілер, бұрмалайтын ЭКС-мен тиімді күресу үшін олардың көздерін, себептерін, түрлерін, сипаттамаларын қарастырып, маңызды белгілерге сәйкес жүйелеу қажет.

Өлшеу техникасында кедергі дәстүрлі түрде келесі критерийлерге сәйкес жүйеленеді: өлшеу сигналына әсер ету сипаты мен механизмі, ықтималдылықтың таралу тығыздығы функциясының түрі, энергия спектрі, стационарлық сипаты, қалыптасу көздері.

Пайдалы сигналға әсер ету сипаты бойынша шу аддитивті және мультипликативті болып бөлінеді. Аддитивті кедергі өлшеу сигналымен қосылады. Мультипликативті шу сигналды беру тізбегінің элементтерінің біреуінің параметрін өзгертеді (мысалы, электродтың теріге төзімділігі) және пайдалы сигналдың берілу коэффициентін өзгертеді.

Кез келген уақытта кедергінің лездік мәндерін дәл болжай білу қабілетіне байланысты оларды детерминистік және кездейсоқ деп бөлуге болады. Детерминистік кедергі - бұл полихармоникалық жалған сигналдар. Көбінесе бұл: жеткізу желілерінің жиілігімен қиылысу, осы жиіліктердің

гармоникасы, импульстар тізбегі. Кездейсоқ (ауытқу) кедергілер - бірнеше көздердің бір уақыттағы әсерінен туындаған кездейсоқ процестер.

Стационарлықтың ол стационарлық және стационарлық емес кедергілерді ажыратады. Импульсті шу стационарлық емес кездейсоқ процестің сипатына ие және кездейсоқ амплитудасы, ұзақтығы және пайда болу сәттері бар еркін формадағы импульстар тізбегі болып табылады, ал импульстар арасындағы интервалдар импульстардың ұзақтығынан ұзағырақ.

Сыртқы араласу көздері табиғи және техногендік болып бөлінеді. Кедергі жасаудың табиғи көздері - бұл электромагниттік атмосфералық және ғарыштық құбылыстар және табиғи шыққан электростатикалық өрістер. Антропогендік кедергілерге электромагниттік және электростатикалық өрістер, сонымен қатар гальваникалық токтар әсер етеді. Бұл өрістердің қайнар көзі - электр желісінің сымдары, электр қозғалтқыштары, радиобайланыс жүйелері, электрохирургиялық және физиотерапиялық жабдықтар. ЭКС-ке максималды әсер айнымалы желінің кедергілері мен қуатты жабдықтардың ауысуы кезінде пайда болатын импульстік шу арқылы жүзеге асырылады. Электростатикалық өрістерден болатын кедергілердің ықтималдылығы электродаралық кедергісінің жоғарылауымен және био күшейткіштің кіріс кедергісімен артады.



1 сурет. Электрокардиографиялық кедергінің көздері

2. Электрокардиосигналды кедергіге тұрақты өңдеудің қолданыстағы әдістері мен алгоритмдерге аналитикалық шолу

Кедергі пайдалы сигналды бұрмалайды, бұл диагностикалық ақпаратты анықтауды қиындатады. Сондықтан инвазивті емес ЭКГ диагностикалық жүйесінің маңызды көрсеткіші оның шуылға қарсы тазарту болып табылады, бұл жүйенің кедергі әсеріне төтеп беру қабілеті деп түсініледі.

Барлық әдіснамалық әдістерге қарамастан, ИЕЭКДЖ-ға (Инвазивті емес Электрокардиодиагностика Жүйесі) енетін кедергілердің деңгейі, әсіресе еркін қызмет жағдайында ЭКС зерттеу кезінде айтарлықтай үлкен болуы мүмкін. Сондықтан интерференцияға қарсы әдістердің екінші тобы кеңінен қолданылады, бұл интерпретацияның автоматты интерпретация нәтижесіне әсерін төмендетеді. Қорғаныс әдістерінен айырмашылығы, олар ***шуылға қарсы тазартуды жоғарылату әдістері*** деп аталады. Бұл әдістер пайдалы сигнал мен кедергі арасындағы айырмашылықтарды

(спектрлік, статистикалық, морфологиялық, амплитудалық, уақытша, фазалық және т.б.) қолдануға негізделген.

Кесте 1. **Кедергілерден қорғау әдістері**

Кедергі түрлері	**Қауіпсіздік әдістері**
Желі кедергісі	Жоғары жалпы режимді төмендету коэффициенті бар аспап күшейткіштерін қолдану. Терінің электродты кедергісін төмендету. Оқшауланған жұмыс бөлігі, жерге қосу. Зерттеуді дұрыс ұйымдастыру.
Бұлшықет треморы	Тіндердің, әсіресе теріге төзімділіктің төмендеуі. Зерттеуді дұрыс ұйымдастыру.
Контурдың бұрылуы	Күшейткіштің кіріс кедергісінің жоғарылауы және теріге төзімділіктің төмендеуі. Электродтар мен байланыс құралдарының конструкцияларын жетілдіру.
Қозғалыс артефактілері	Электродтардың конструкцияларын және оларды бекіту құралдарын жетілдіру. Байланыс ортасын жақсарту.

Шуға қарсы тазартуды жоғарылататын перспективті әдістерді таңдағанда, ЭКГ ақпараттық секцияларының пішінін сақтайтын кедергіні басудың әдістеріне артықшылық беру керек. Жоғары жиілікті шуды сызықты емес сүзгілермен сүзіп, төмен жиіліктегі дыбыстарды компенсациялау ұсынылады.

Мұның бәрі инвазивті емес жүрек диагностикасы және кардиосигналдарды шуылға қарсы өңдеудің заманауи жүйелерін зерттеу ұсынылады, бұл инвазивті емес жүрек диагностикасы жүйесін дамытудың қазіргі бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді.

2.1 Гильберт-Хуанг түрленуі негізінде электрокардиосигналды шуылға қарсы өңдеудің теориялық негіздері

Уақыт өте келе сигналдағы нақты өзгерістерге сәйкес келетін бейімделу негізін қалыптастыру үшін экстремум, ажырату, кининг және монотонды бұзушылықтар маңызды практикалық қызығушылық тудырады. Экстремум нүктелерімен базалық функцияларды қалыптастыру Гильберт - Хуанг трансформациясының негізі болып табылады, ол екі негізгі кезеңнен тұрады: эмпирикалық режимнің ыдырауы және алынған эмпирикалық режимдерден Гильберт спектрінің қалыптасуы.

ЭМД (Эмпирикалық Мод Декомпозициясы) технологиясының идеясы - ыдыраудың әр деңгейіндегі сигнал екі компонент түрінде ұсынылады. Бірінші компонент - бұл басқа тербелмелі, жылдам тербелмелі, детальды, жоғары жиіліктердің берілуіне жауап беретін, жергілікті ерекшеліктер мен сигналдың ұсақ бөлшектерін көрсететін ЭМ. Екінші компонент (баяу тербелмелі, жақындатылған және төмен жиілікті таратуға жауап береді. Қалдық одан әрі ыдырауға ұшырайды (егер әр типте кемінде бір экстремум болса).

Шуды басудың тиімділігін арттыру үшін Гильберт-Хуанг түрлендіруі негізінде ЭКС-ті шуылға қарсы өңдеу әдісі ұсынылды.

Гильберт-Хуан трансформациясы дегеніміз - сигналдың эмпирикалық режимдерге ыдырауы, содан кейін оларға Гильберт түрлендіруі қолданылады. Гильберт түрленуі бастапқы тар жолақты сигналды екі компонентке бөлуге мүмкіндік береді: амплитуда мен фаза. Егер оның спектрінің ені орташа жиіліктен едәуір аз болса, сигнал тар жолақты деп аталатынын ескеріңіз.

Өкінішке орай, мұндай түрлендірудің басты мәселесі - нақты сигналдар үшін ST сегменті көмегімен алынған лездік жиіліктің физикалық мәні жоқ жиілік компоненттері болуы мүмкін. Бұл мәселені Фурье әдісі және сүзгілер теориясы негізінде шешуге тырысу оң нәтиже бермеді. Табысқа Хуанг және оның әріптестері эмпирикалық режимді ыдырату технологиясын жасаған кезде ғана қол жеткізді

Гильберт-Хуанг түрлендіруі негізінде салынған энергия тығыздығы беті уақыт жиілігі жазықтығының әр нүктесінде лездік сигнал энергиясының таралуын сипаттайды. Мұндай презентация ЭКС-дегі кедергілерді тиімді басудың көбірек мүмкіндіктерін береді және электрокардиограммалардың жаңа диагностикалық мүмкіндіктерін алу мүмкіндігін ашады.

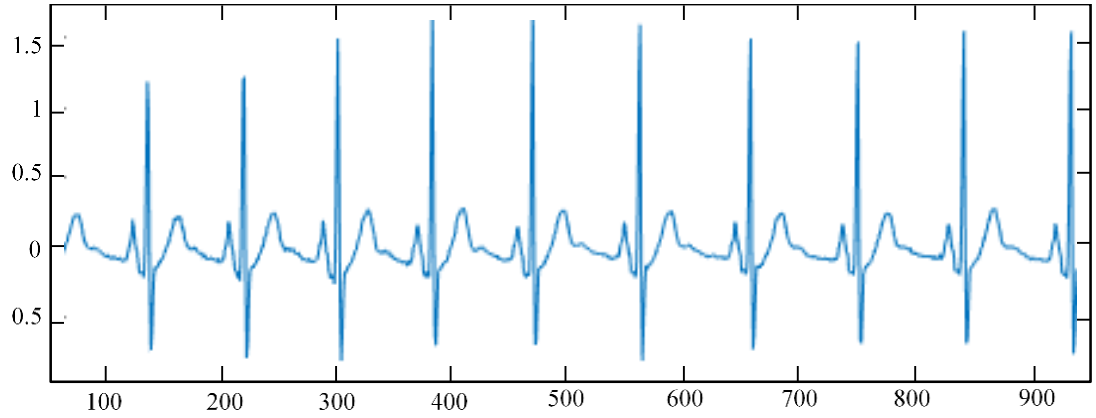
Зондты адаптивті өңдеу жоғары жиілікті және төмен жиілікті кедергілерді жоюға басқаша көзқарасты жүзеге асырады.

Гильберт-Хуанг түрлендіруі негізінде эмпирикалық режим ыдырауы арқасында ЭКС-ті шуылға қарсы өңдеудің екінші әдісі

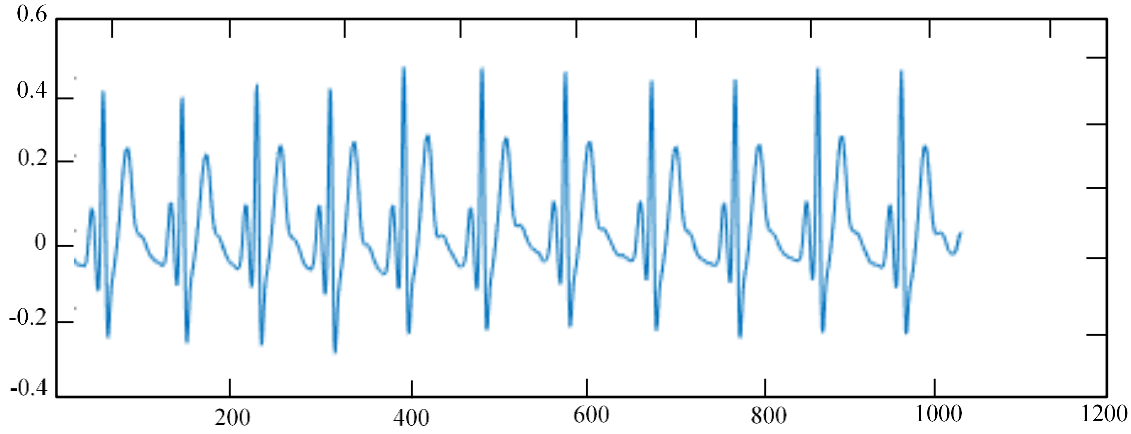
Эмпирикалық режим ыдырауы технологиясының негізі - ыдыраудың әр деңгейіндегі сигнал екі компонентке бөлінеді. Бірінші компонент - бұл жоғары жиілікті, жергілікті ерекшеліктерді және сигналдың ұсақ бөлшектерін көрсететін жылдам тербелмелі экстракцияланған ЭМ. Екінші компонент (алдыңғы ЭМ шығарғаннан кейін) баяу тербелмелі болып табылады, бұл, керісінше, төмен жиіліктердің берілуін көрсетеді. Шығарылған сигналдың қалдықтары одан әрі әр түріне дейін ыдырайды.

Эмпирикалық режим ыдырауы алгоритмінің жұмысын жақсарту үшін оған скринингтік процедураны алып тастау ұсынылды. Бұл жағдайда сәйкес эмпирикалық режимдерге алғашқы жуықтау кіріс сигналдың эмпирикалық режимдері ретінде қарастырылады.

Сүзудің негізгі міндеті төмен жиілікті сигналдардан құтылу және QRS жүйесін бөліп көрсету. ЭКГ-да ең бастысы - науқаста ауруды анықтауға арналған QRS жүйесін тану. Шуға төзімді өңдеуді жүзеге асырған кезде MATLAB платформасы қолданылады. 2-суретте жоғарғы бөлігі төмен шу; төменгі бөлігі - төмен жиілікті сигналдарсыз, сонымен қатар ST сегментациясының ерекшелігі көрсетілген.



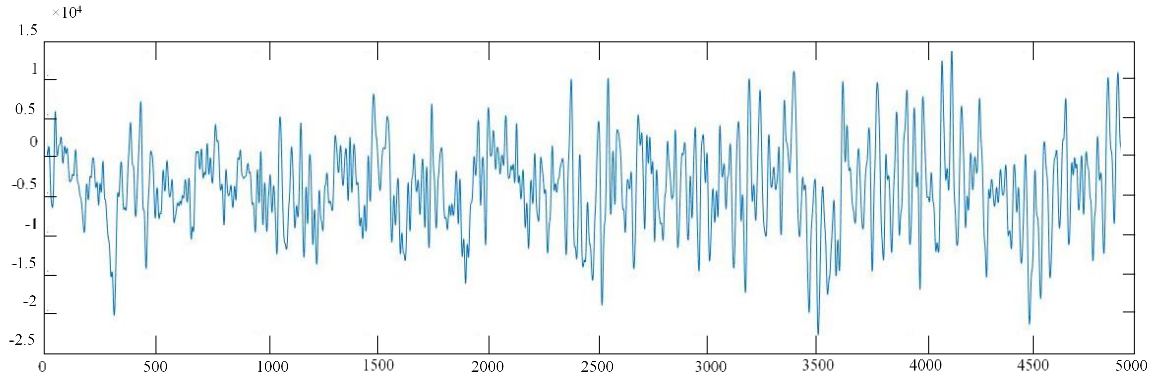
а



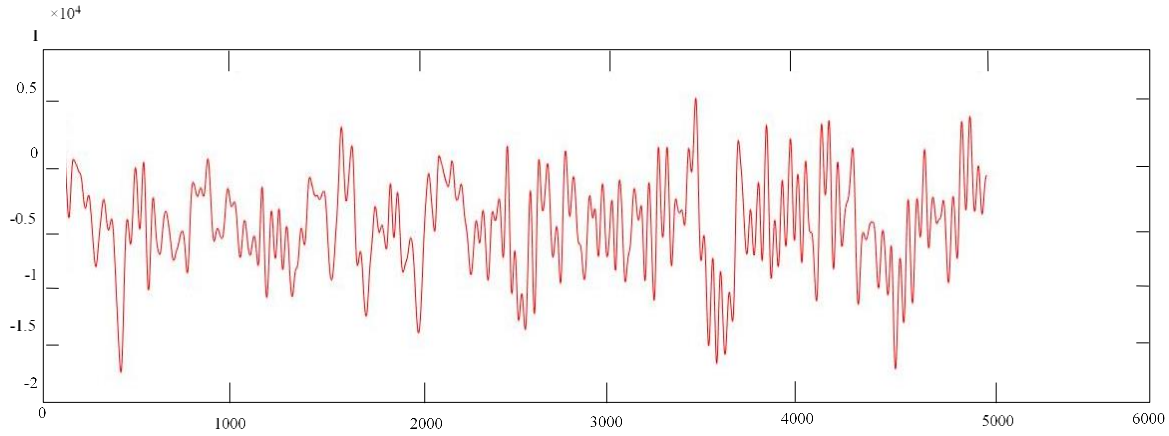
б

2-сурет. MATLAB платформасында шуылға төзімді өңдеуді енгізу:
а - шу деңгейі төмен; б - төмен жиілікті сигналдар

Фильтрлерде жылдам Фурье түрлендіруі қолданылады; коэффициенттерді анықтаған кезде сіз сүзгілерді бірден қолдана аласыз. Төмен жиілік аралығын анықтағаннан кейін, шуды шығарғаннан кейін конвульсияны қолдана отырып, бастапқы сигналды қалпына келтіреміз. 3 суретте уақыттық аймақтағы төмен жиілікті сигналдардың жойылуы көрсетілген.



а



б

3-сурет. Денонизациялау процесі, уақыттық домендік сигнал: а - дыбыссыз электрокардиограмма; б - уақыттық аймақтағы төмен жиілікті сигналдарды жою.

Алғашқы үш ЭМ-де үлгілерді үлестірудің тағы бір ерекшелігі - нөлдік мәнге жақын интерференциялық үлгілердің шоғырлануы, осылайша қатардағы 3-4-тен аспайтын сан бір сипатқа ие болады, кедергіден айырмашылығы QRS кешендеріне сәйкес келетін толқулар сипатталады. қатарынан бір белгіден кемінде бес рет санау арқылы. Осылайша, егер моно импульстерді қалыптастыру кезінде қатарынан алынған бірнеше белгілердің қатарынан бірнеше рет құтылсақ, онда анықтау процесі әлдеқайда жеңіл болады.

QRS кешеніне сәйкес келетін моно-импульсті қалыптастыруды үш кезеңмен жүргізген жөн: оқылымды нөлдік ортадан алып тастау, модульді алу және жылжымалы терезеде орта есеппен жүргізу. Монопульстерді анықтау үшін дәрежелік алгоритмдерді қолдануға болады, мысалы, екілік дискретизация айырмасын кванттау алгоритмі. Анықтау туралы ұжымдық шешім жеке эмпирикалық режимдердің ақпараттылығын ескере отырып қабылданады. Ақпараттық бөлімдер табылмаған эмпирикалық режимдер тек кедергі келтіретін компоненттерден тұрады және қайта құрудан шығарылады. Ақпараттық сайттар белгілі бір жиілікте болатын ЭМ-қа үкіметтік емес ұйымдарға жатады.

Осылайша, ақпараттық сюжеттерді анықтауға негізделген эмпирикалық режимдердегі кедергілерді бағалау алгоритмі келесі кезеңдерді қамтиды.

ЭМ-ге кедергі деңгейін тұрақты Q-шкалалық бағалау арқылы анықтау.

Q-баллға тәуелді шекті ақпараттық сайттарды рейтингі бойынша ЭМ сегменттеу.

ЭКС ақпараттық бөлімдерді анықтау туралы шешім бірнеше ЭМ-де ақпараттық бөлімдерді анықтау негізінде қабылданады.

Эмпирикалық режимдердің ақпараттанбаған аймақтарында кедергінің бағасы нақтыланады, демек әр кардиоцикл және әрбір ЭМ үшін пайдалы сигнал болмаған кезде кедергі бағасы түзіледі.

Қорытынды

Гильберт-Хуан трансформациясы негізінде шуылды тазарту әдісі теориялық тұрғыдан негізделген. Нақты уақыттағы жүйелерде Гильберт-Хуан трансформациясының кедергісін басу алгоритмдерін іске қосу үшін кесілген эмпирикалық режимді ыдырау алгоритмі жасалды. Кесілген эмпирикалық режимді ыдырау алгоритмінің негізінде инвазивті емес жүрек диагностикалық жүйесінің портативті құрылғыларында ЭКГ-да кедергілерді болдырмайтын процедуралар жасалды. Жеке эмпирикалық режимдердегі кедергілерді бағалау алгоритмдері және Гилберт-Хуанг трансформациясы негізінде ақпараттық ЭКГ секцияларын анықтау алгоритмдері жасалды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Изд. 2-е, испр. – М.: Техносфера, 2007. 856 с.

[2] Рангайян Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / пер. с англ. под ред. А.П. Немирко. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 440 с.

[3] Mutsumi Noro, Daisuke Anzai, Jianqing Wang, Common-mode noise cancellation circuit for wearable ECG, Healthcare Technology Letters. 2017; DOI 10.1049/htl.2016.0083

[4] Runnan He, Kuanquan Wang, Qince Li, Yongfeng Yuan, Na Zhao, Yang Liu, Henggui Zhang, A novel method for the detection of R-peaks in ECG based on K-Nearest Neighbors and Particle Swarm Optimization, EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. 2017;2017(1):1-14 DOI 10.1186/s13634-017-0519-3

[5] Salleh SH, Hussain HS, Swee TT, Ting CM, Noor AM, Pipatsart S, Ali J, Yupapin PP, Acoustic cardiac signals analysis: a Kalman filter& International Journal of Nanomedicine. 2012;2012(default):2873-2881

Саримова Б. Т., Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.

Помехоустойчивая обработка электрокардиограммы по трансформации гильберта-хуанга

Резюме. Обеспечение высокой помехоустойчивости подобных систем – одна из основных проблем современной неинвазивной кардиодиагностики. Увеличение уровня внешних электромагнитных помех, повышение степени интеграции электронных компонентов, снижение мощности полезных сигналов приводит к тому, что выделение ЭКС на фоне помех становится сложной структурно-алгоритмической задачей. Особую сложность эта задача приобретает для систем неинвазивной кардиодиагностики, работающих в условиях свободной активности пациента, когда интенсивность и изменчивость помех имеет значительное дезинформационное действие. В этих условиях разработчикам приходиться искать решение задачи повышения помехоустойчивости систем неинвазивной ЭКГ-диагностики, как основы обеспечения заданной достоверности автоматических заключений о наличии критических состояний сердца.

Наиболее целесообразным подходом повышения эффективности помехоустойчивости систем неинвазивной ЭКГ-диагностики является подход, основанный на синергетическом объединении нескольких направлений: частотно-временного представления сигналов, адаптивной нелинейной фильтрации, агрегации фильтров, оценки помехи и т.д.

Ключевые слова: фильтрация, сигнал/шум, электрокардиосигнал.

УДК 006.015.5:658.1(574)

O. Zhussipova, T.Sailaybek, S.Rakhymbayev, A.Z.Aitkozhaeyv, G.A.Baimakhanov
(Kazakh National University Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: orynai.zhusipova@mail.ru

DEVELOPMENT INTEGRATED QUALITY ASSURANCE SYSTEM BASED ON ISO STANDARDS

Abstract. The article discusses the basic concepts, principles and methods of integrating control systems. Integrated management systems are the basis for sustainable development of organizations. Integration of enterprise management systems and prerequisites for the emergence of integrated management systems (IMS): globalization of the economy; maintaining a balance of interests of stakeholders; widespread use of internationally recognized standards in management systems, the introduction of two or more management systems.

Key words: integration, management, standard, enterprise, system, efficiency.

О. Жусипова, Т. Сайлаубек, С. Рахымбаев, А.З. Айтқожаев, Г.А. Баймаханов
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті Алматы қ., Қазақстан Республикасы)

КӘСІПОРЫНДА ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН САПА ЖҮЙЕЛЕРІН ИСО СТАНДАРТТАРЫ НЕГІЗІНДЕ ДАМЫТУ

Түйіндеме. Мақалада басқару жүйелерін интеграциялаудың негізгі тұжырымдамалары, қағидаттары мен тәсілдері қарастырылады**.** Интеграцияланған менеджмент жүйелері ұйымдардың тұрақты дамуының негізі болып табылады.Кәсіпорындарға менеджмент жүйелерін интеграциялау және біріктірілген менеджмент жүйелерінің (БМЖ) пайда болуының алғышарттары: экономиканың жаһандануы; мүдделі тараптардың мүдделерінің тепе-теңдігін сақтау; басқару жүйелеріне халықаралық танылған стандарттарды кеңінен қолдану, екі немесе одан да көп басқару жүйесін енгізу туралы айтылады.

Кілт сөздер: интеграция, менеджмент, стандарт, кәсіпорын, жүйе, тиімділік.

Әлемдік тәжірибеде ИСО 9000, 14000 сериялы халықаралық стандарттарды қолдануды күшейту, сапа менеджменті саласындағы стандарттардың салалық нұсқаларын әзірлеу кәсіпорындарда интеграцияланған менеджмент жүйелерін қалыптастыруға алғышарттар жасайды.Ең көп қолданылатын үш халықаралық стандарттар мен техникалық шарттардың (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001) талаптарына сәйкес процестерді, қоршаған орта аспектілері мен қауіпті факторларды біріктірілген жүйенің элементтері ретінде қарастыру керек. Тұрақты дамуға қол жеткізу үшін кәсіпорындар заманауи басқару технологияларын, соның ішінде, ИСО стандарттары негізінде интеграциялаудың (біріктірудің) әртүрлі жүйелерін қолдануға бағытталған болуы керек. Біріктірілген менеджмент жүйесі (БМЖ) - басқару жүйелеріне арналған екі немесе одан да көп халықаралық стандарттардың талаптарына сәйкес құрылған жүйе[1].

Әрбір кәсіпорын (коммерциялық немесе коммерциялық емес) бір уақытта бірнеше «ортада» болады. Ал оның тұрақты даму мүмкіндігі оның осы «орталардың» талаптарын қаншалықты қанағаттандыратындығымен анықталады: қаржылық, өндірістік және т.б. (1-кесте).

1-кесте

№	Арнайы орталар	Орталардың ұйымдастырылуы
1	Қаржылық орта	Ұйымның сәтті жұмыс істеуінің шарты - қаржылық менеджмент қамтамасыз ететін оның қаржылық тұрақтылығы
2	Өндірістік орта	Ұйым тұтынушы сұранысына ие, сұранысы үнемі өсіп отыратын өнім шығаруы керек. Бұл мәселені шешуді сапа менеджменті қамтамасыз етуі керек.
		Ұйым қызметкерлердің өнімді және қауіпсіз болуына жағдай жасауы керек. Бұл мәселені шешу кәсіби қауіпсіздік менеджментін қамтамасыз етуге және қызметкерлердің денсаулығын қорғауға арналған.

Ұйым табиғи ортадан тыс бола алмайды, демек ол қоршаған ортаны басқару жүйесін қолдана отырып, оның қоршаған ортаға әсерін басқаруы керек. Барлық сипатталған орталар тұтастай болғандықтан, бәсекеге қабілетті ұйымды басқарудың жалпы жүйесі ұйымда қолданылатын барлық басқару жүйелерінің интеграциясына негізделуі керек [2].

Жалпы алғанда, көптеген кәсіпорындардың халықаралық стандарттарға сәйкес әзірленген, барлық функционалды менеджмент жүйелерін, соның ішінде қаржылық менеджментті қамтитын біріктірілген менеджмент жүйелері бар екенін атап өтуге болады.

Мұндай ұйымдардағы интеграцияланған менеджмент жүйесіне өндірістік процестің барлық процедуралары, сапа, қоршаған ортаны қорғау, еңбекті қорғау бойынша процедуралар, сондай-ақ бюджеттің құрылымы, инвестициялық жобаларды басқару және қызметтің түрлі салаларында даму процедуралары кіретін толық қаржылық бөлімнің процедуралары кіреді. Қазіргі заманғы кәсіпорындардың қызметі халықаралық стандарттармен реттеледі. Әлемдік қоғамдастықта және ДСҰ-на кірген елдер келесі халықаралық стандарттардың талаптарына сәйкес ИМЖ құру қажеттілігінен мойындады:

1. ИСО 9001:2000 сапа менеджмент жүйесімен сапа басқару жұмыстары қамтамасыз етіледі.

2. ИСО 14001 экологиялық менеджменті бойынша кәсіпорын өнім өндіру процесінің қоршаған ортаға әсерін басқарады.

3. OHSAS -18000 бойынша кәсіпорында қауіпсіздік және денсаулық менеджменті жүйесімен қамтамасыз етілген қызметкерлерге үшін өнімді және қауіпсіз жұмыс жасау үшін жағдай жасау керек.

4. ИСО 27000 ақпараттық қауіпсіздікті басқару жүйесі бойынша ақпараттың құпиялылығын қорғау керек.

5. ИСО 22000:2005зық-түлік және дәрі-дәрмек өнеркәсібінің сапа басқару жүйесі кәсіпорындары азық-түлік қауіпсіздігіне, өндірістің тазалығы мен гигиенасына кепілдік беруі керек.

6. ИСО 20225 «Нарықты зерттеу, қоғамдық пікір және әлеуметтік проблемалар» бойынша тұтынушылар тарапынан нақты сұранысқа ие бәсекеге қабілетті өнім өндірісін ұйымдастыру үшін талаптарына сәйкес тұтынушылар сұранысы мен қанағаттанушылығын зерттеуді ұйымдастыру қажет.

Жоғарыда аталған стандарттар мен бизнесті дамыту стратегияларының талаптарын ескере отырып, тұрақты даму тұжырымдамасына бағдарланған кәсіпорынның заманауи біріктірілген менеджмент жүйесін (БМЖ) құруға болады. Интеграцияланған менеджмент жүйелерін құрудың тиімділігі күмән тудырмайды[3].

Интеграцияланған менеджмент жүйесін құрудың негізгі принциптері. Халықаралық стандарттардың талаптарына сәйкес кәсіпорынды басқару сапасының негізгі қағидаттарын келесі түрде тұжырымдауға болады:

- өндірушінің бәсекеге қабілеттілігін арттыру;
- бизнесті жетілдіру;
- ұйымды басқару сапасын жақсарту;
- тиімді өнімді сатудан туындайтын нәтиже тұрғысынан қарастырылатын ұйымды бизнес-процестер негізінде басқару[4].

Басқарудың кез-келген мәселесі оның шешімдерінің көптігімен сипатталады.

Сонымен қатар, инженерлік және өндірістік технологиялардың үнемі күрделенуі және онымен байланысты басқару процесінің күрделенуі оңтайлы шешімді таңдауды өте қиын етеді. Басқару мәселелерін шешу үшін стратегиялық менеджментте кеңінен қолданылатын сараптамалық бағалау аппаратын қолдана отырып, функционалды-жүйелік тәсілді қолдануға болады. Интеграцияланған басқару жүйесінде функционалды-жүйелік тәсіл мыналарды көздейді:

- сапа мен қауіпсіздік менеджментін салыстырмалы түрде өзара әрекеттесетін және өзара байланысты элементтері мен ерекше ерекше қасиеттері бар ішкі жүйелерден тұратын нақты біртұтас жүйе ретінде қарау;

- біріктірілген басқару жүйесін өзара әрекеттесудің белгілі бір «шеңбері» бар, басқарылатын және басқарылатын ішкі жүйелер, ішкі және сыртқы орта, сыртқы және ішкі мақсаттар, әрбір ішкі жүйенің ішкі мақсаттары, мақсатқа жету стратегиясы және т.б. ашық көп мақсатты жүйе ретінде қарастыру. Сонымен қатар, табиғаттағы және қоғамдағы барлық құбылыстардың өзара байланысы мен өзара тәуелділігіне диалектикалық көзқарасқа сәйкес кез-келген ішкі жүйенің элементтерінің бірінің өзгеруі басқа элементтер мен ішкі жүйелердің өзгеруіне әкеледі;

- жүйенің жеке қасиеттерін, өзара әрекеттесетін және өзара байланысты компоненттерін ғана емес, сонымен бірге жүйе құратын жаңа синергетикалық қасиеттерді де жан-жақты зерттеу.

Функционалды-жүйелік тәсілдің әдістемесі жүйелік тәсілден басқа, басқа тәсілдерді, атап айтқанда, процесті, мақсатты, ситуациялық, параметрлік, нормативті, оңтайландыруды және т.б.пайдалануға болады. Бұл қағидаттар интеграция мен басқарудың ішкі жүйелерін саралау, иерархиялық негізге сәйкес басқару деңгейлерін бөлу және заманауи ақпараттық технологияларды қолдану арқылы мақсаттарға қол жеткізуге болатын ең күрделі объектілер ретінде біріктірілген менеджмент жүйелерін жобалауға қойылатын талаптарды көрсетеді [5].

Интеграцияланған басқару жүйесінің қажеттілігі. Батыс компанияларымен тең шарттармен бәсекелесуге тырысатын көптеген кәсіпорындар үшін шетелде де танылған стандарттарға сәйкестік сертификациясы өте маңызды. Интеграцияланған басқару жүйесі ұйым ішіндегі құрылымдардың әрекеттестігі мен әрекеттерін қамтамасыз етеді. Бір уақытта бірнеше халықаралық стандарттардың талаптарына сәйкес келетін менеджмент жүйелерінің интеграциясы кәсіпорынның тұрақты дамуының болашағы болып табылады.Біріктірілген менеджмент жүйесін сертификаттау басқару жүйелерінің әрқайсысының артықшылықтарын біріктіретіндігін атап өткен жөн. Интеграцияланған менеджмент жүйесі (БМЖ) экология, қауіпсіздік, сапа және т.б. деңгейлерін жақсартуға мүмкіндік береді [6].

Еңбекті қорғау және қауіпсіздік тұрғысынан, ұйым заңнамалық стандарттар мен қызметкерлердің талаптарына сәйкес келмейді.

Нәтижесінде қылмыстық құқық бұзушылықтар, азаматтық-құқықтық жауапкершілік, еңбекке ақы төлеу және материалдық шығындар орын алуы мүмкін.Осылайша, ұйымды басқарудың интеграцияланған жүйесін (немесе автономды басқару жүйелерін біріктіруді) дамытудың маңызды мақсаты әртүрлі мүдделі тараптардың қажеттіліктерін барынша толық және теңгерімді қанағаттандыру болып табылады [7].

Соңғы жылдары көптеген ұйымдар белсенді даму және бәсекеге қабілеттілік деңгейін арттыру мақсатында бірнеше БМЖ енгізуде.

Интеграцияланған менеджмент жүйесі (БМЖ) екі немесе одан да көп халықаралық стандарттардың талаптарына жауап беретін және тұтастай жұмыс істейтін жалпы менеджмент жүйесінің бөлігі ретінде түсінілуі керек. БМЖ-ны ұйым қызметінің барлық аспектілерін біріктіретін ұйымның жалпы басқару жүйесімен теңестіруге болмайтыны анық, өйткені БМЖ қаржылық, инвестициялық басқару, бағалы қағаздарды басқару және т.б. мәселелерге әсер етпейді.

«Интеграцияланған менеджмент жүйесі» және «жалпы менеджмент жүйесі» ұғымдарының сәйкестігі ұйымның жалпы менеджментімен қамтылған барлық бағыттар үшін стандарттар әзірленгеннен кейін ғана талқылануы мүмкін. Осыған сүйене отырып, БМЖ құру жалпы басқарудың барлық бағыттары стандартталмайынша жүреді деп болжам жасау қисынды, бұл ұзаққа созылмайтын процесске айналуы мүмкін [8].

Кәсіпорында интеграцияланған менеджмент жүйесін енгізу бірнеше стандарттарды параллель немесе дәйекті дербес жүзеге асыруда жиі туындайтын келесі мәселелерді шешуге мүмкіндік береді:

- процестерді, құжаттарды, позицияларды және бөлімшелердің функцияларын қайталау;
- сапа менеджменті жүйелері, қоршаған орта, еңбек қауіпсіздігі және денсаулықты қорғау жүйелерінің өзара байланысының тәуелсіздігі;
- компания менеджментінің басқару жүйесін біртұтас қабылдауының күрделілігі және сәйкесінше жоспарлау, бақылау және басқарудың төмен тиімділігі;
- кәсіпорында стандарттар тобын ұзақ мерзімге енгізу;
- стандарттар тобын дербес жүзеге асыра отырып, үлкен еңбекқорлық пен ресурстарға қажеттілік [9].

БМЖ моделі төрт ішкі процестерге ыдырайды, олардың әрқайсысы үшін негізгі басқару әрекеттері, тетіктері, енгізілімдері мен шығулары анықталады (1-сурет):



1-сурет. БМЖ моделінің процестері

Біріктірілген менеджмент жүйесінің моделі барлық елдерде бірыңғайландырылғандықтан тиімді болып саналады және өзіндік нарықтағы орнын сақтап келеді [10].

Интеграциялық басқару жүйелерін орнатудың артықшылықтары:

- басқару жүйелерін әзірлеудің, енгізудің және пайдаланудың тиімділігін арттыру;
- бірыңғай үйлесімді басқару құрылымын құру;
- әзірлеу, пайдалану және сертификаттау шығындарын азайту;

- БМЖ шеңберіндегі бірқатар процестерді біріктіру мүмкіндігі (жоспарлау, басқаруды талдау, құжаттарды басқару, оқыту, оқыту, ішкі аудит және т.б.);

- өзгермелі жағдайларға икемділік пен бейімділікті арттыру;

Тұтынушылар, мүдделі тараптар, инвесторлар үшін үлкен тартымдылық: стандарттар жүйесін бірлесіп енгізу шығындарды едәуір төмендетіп, жүйелерді енгізу процесін тездетеді [11].

Осы мақалада қысқаша сипатталған менеджменттің біріктірілген жүйесінің моделі кез-келген сала мен меншіктің кәсіпорындарында қолданыла алады. Бұл, ең алдымен, талаптары біріктірілген стандарттардың салааралық сипатына байланысты.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қажғалиев Н.Ж., Жусин Б.Т., Захан С.«Стандарттау, метрология және сертификаттау негіздері» оқулығы. – Астана, 2009. – 201 б.

[2] Елина Е.Г. «Международные стандарты управления качеством» учебное пособие. - Саратов, 2016 г. - 123 с.

[3] Гончаров Э. Система менеджмента качества в соответствии с процессным подходом//Стандарты и качество. 165с.

[4] БасулинаЕ.Д."Экспертиза качества потребительских товаров".- учебное пособие. -Пенза. –2018 г. - 210 с.

[5] Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес процессов. - М.: 2005 г. - 408 с.

[6] Марцынковский Д.А., Владимирцев А.В., Марцынковский О.А. Руководство к интеграции систем менеджмента: учебное пособие. Ассоциация по сертификации «Русский Регистр» - Санкт-Петербург: Береста, 2008 г. - 140с.

[7] [Электронды ресурс]. http://studme.org/1898102421322

[8] Трошин В.Н. Интегрированные системы менеджмента - что это такое? // Стандарты и качество. - 2002 г. - 109 с.

[9] Супрун А.П. Внедрение стандартов ИСО в области менеджмента как инструмент повышения уровня конкурентоспособности организации. – учебное пособие. – Краснодар, 2018 г. – 231 с.

[10] 10.Санто Б. Р. «Теория управления» - М.: Прогресс, 2007 г. -416с.

[11] [Электронды ресурс]. https://business.gov.kz/kz/quality-and-standards/standards/international-standards

Жусипова О., Сайлаубек Т., Рахымбаев С., Айткожаев А.З., Баймаханов Г.А.

Развитие интегрированных систем качества на предприятиях на основе стандартов исо

Резюме. Полученные результаты показали, чтона сегодняшний день ключевыми областями для улучшения управления организацией во всем мире являются ISO 9000, 14000, OHSAS 18000 и т. Д. создание и внедрение интегрированных систем управления, основанных на международных стандартах, поскольку эти документы включают международный опыт в области управления качеством, охраны окружающей среды, персонала, охраны труда, промышленной безопасности и защиты информации. Эти системы объединяют взаимосвязанные и взаимосвязанные процессы, которые формируют суть деятельности организаций и предприятий, направляя работу отделов на основную цель бизнеса - получение прибыли от наиболее качественного использования всех видов ресурсов.

Ключевые слова: интеграция, управление, стандарт, предприятие, система, эффективность.

ӘОЖ 677.21

А.К. Bektursunova[1], N.E. Botabaev, T.U. Togataev, G.N. Erkebai
(M. Auezov South Kazakhstan State University. Shymkent Republic of Kazakhstan
E-mail: bektursunova7979@mail.ru)

METHODS OF RECEIPT OF FISHING MATERIALS WITH ANTI-BACTERIC PROPERTIES

Abstract. The article considers that the main and most promising direction of expanding the assortment and improving the properties of textile materials of various compositions is not so much the development of new types of chemicals for the production of textile fibers, but rather the modification of existing fibers and finished textile materials in order to give them new properties.

Key words: Nanomaterials, silver nanoparticles, antibacterial properties, textile materials.

А. К. Бектурсунова, Н. Е. Ботабаев, Т. У. Тоғатаев, Ғ.Н. Еркебай (М. Әуезов атындағы
(Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті Қазақстан Республикасы:
bektursunova7979@mail.ru)

БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІ БАР ТАЛШЫҚТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ ӘДІСТЕРІ

Кілтті сөздер: Наноматериалдар, күміс нанобөлшектері, антибактериялық қасиет, тоқыма бұйымдар.

Әралуан құрамды тоқыма материалдарының ассортиментін кеңейту мен қасиеттерін жақсартудың негізгі әрі ең перспективті бағыты текстильдік талшықтарды өндіру үшін химиялық заттардың жаңа түрлерін шығарудан гөрі, оларға жаңа қасиет беру мақсатында қолданыста бар талшық пен дайын тоқыма материалдарының модификациясы болып табылады.

Тоқыма материалдарының бактерияға қарсы қасиет беру үшін модификациялау талшықтүзуші полимерден текстильдік талшық өндіру сатысында, сондай-ақ дайын тоқыма талшықтардың, жайманың немесе бұйымдардың өңдеу сатысында да жүзеге асырылуы мүмкін. Тоқыма материалдарына бактерияға қарсы қасиеттерді талшықтүзуші полимерді синтездеу және қалыптау сатысында беруге болады. Талшыққа көбінесе жалғыз ғана емес, бірнеше бактерияға қарсы заттарды енгізеді. Мұндай материалдар анағұрлым тиімді, ал бактерияға қарсы агентті талшыққа тікелей енгізу, осы әдіспен алынатын бактерияға қарсы тоқыма материалдарды 250 циклға дейін жууға төтеп бере алады[1].

Мысалы бұл топқа A.M.Y.D күміс полимерлі қоспалы Meryl Skinlife (Nylstar итальяндық концернінің өндірісі) белгілі талшықтары жатады.

Бұл жағдайда, талшықты қалыптастыру сатысында талшықты құрайтын полимерге күміс қосындысын қосу, материалды пайдалану кезінде бактерияға қарсы агентті талшықтың бетінен шайылып кетуіне тұрақтылығын қалыптастырады және өнімнің өмірлік циклі бойында бактерияға қарсы қасиеттерді сақтауға мүмкіндік береді[2]. Бұл әдістің басты кемшілігі - күміс нанобөлшектерін талшықты құрайтын балқымаға енгізу кезінде агломерацияның жоғары ықтималдығы, бұл алынған талшықтардың бактерияға қарсы белсенділігінің төмендеуіне әкеледі және үнемі технологиялық бақылауды қажет етеді.

Тоқыма төсемелерді әрлеудің соңғы кезеңінде, атап айтқанда, бояу кезінде материалға химиялық бактерияға қарсы зат қолдану арқылы, тоқыма материалдарына бактерияға қарсы қасиеттер беру аппретирлеу кезеңінде де мүмкін[3]. Технологиялық процесті тек соңғы кезеңінде қайта құрылымдауды қажет еткендіктен, бұл әдіс экономикалық тұрғыдан ең тиімдісі. Аяқтау кезеңінде бактерияға қарсы заттарды қолданудың көрнекі кемшілігі - тұрақты бактерияға қарсы жабын алу проблемасы. Бұл бактерияға қарсы заттардың тоқыма талшықтарына адгезиясының төмендігіне және өнімдерді пайдалану кезінде биоцидтің тоқыма материалдарының бетінен шайылып кетуіне байланысты.

Антистатикалық және жылу шағылыстыратын қасиеттері бар бактерияға қарсы тоқыма материалдарын өндірудің тағы бір әдісі - олардың бетін металдандыру[4]. Электролит ерітінділерінен тоқыма материалдарын металдандыруға негізделген әдістер қоршаған ортаға зиянды, өйткені оларды жүзеге асыру жоюды қажет ететін агрессивті және улы заттарды қолдануды талап етеді. Электрохимиялық әдіспен металдандыру арқылы алынған тоқыма материалдары қатаң қолтаңба мөрімен ерекшеленеді, ал қолданылатын жабын әрдайым субстратқа жақсы жабыспайды.Тоқыма материалдарын металдандыру үшін вакуумды термиялық тұндыру әдісі де қолданылады.Ионды бүркумен жұқа қабатты отырғызу әдісінің артықшылығы - бұл реттелетін тұндыру жылдамдығы және әмбебаптылығы, бұл әдісті қолдану арқылы таза металдар, қорытпалар, диэлектриктер және магниттік композициялар жинауға болады [4].Алайда, бұл әдістің жинақталған бөлшектердің реттелмеген энергиясымен және жинақталған қабықтың жеткіліксіз тазалығымен (жұмыс істейтін газдың болуына байланысты) алуға байланысты кемшіліктері бар.

Тоқыма материалдарын металдандыру үшін газ разрядты плазманыкатод аймағында локализациялайтын және тұрақтандыратын,біртекті емес электрлік және магниттік өрістердің қабаттасқан сақиналы аймағын қосып,инертті газда аномальды жанған разрядты қолдануға негізделген магнетронды бүркуәдісін де қолданады.Разрядта түзілген оң иондар материалдың бөлшектерін лықсытып, эрозия аймағында, оның бетін соққылай отырып,катод бағытында жылдамдығын үдетеді. Нысана бетінен босап шыққан бөлшектер төсемеге (матаға) қабықша түрінде отырады. Бөлшектердің

жоғары кинетикалық энергиясы төсемеде орнаған қабықша адгезиясының жақсы деңгейін қалыптастырады. Магнетронды бүрку әдісі мыстың, алюминийдің, титанның, латунның, күмістің, тотықпайтын құрыштың, қалайының және т.б. металдар мен олардың балқымаларының жұқа қабықшасымен қапталған тоқыма материалдарын алуға мүмкіндік береді[5]. Берілген әдіс қосымша химиялық реагенттерді пайдалануды қажет етпейді, бұл дегеніміз, қалдық суларды тазартуға мұқтаждық туындамайды. Дегенмен бұл әдістің кемшілігіне қабықшаның түзілу процесінің ұзақтығын және ақаусыз жоғары сапалы қабықша алу үшін қабықшаны отырғызу алдындағы үлгілерді дайындау кезіндегі күрделіліктіжатқызуға болады.

Бактерияға қарсы тоқыма талшықты материалын алудың тағы бір әдісі таннинның сулы ерітіндісін күміс нитритінің сулы ерітіндісінің тотықсыздандырғышы ретінде пайдаланып, күмістітотықсыздандырудан тұрады[6]. Илегіш заттың тоқыма материалында бекітілуі соңынан сулы фазаның бөлінуі болатын калий антимонилтартраттың сулы ерітіндісінде тоқымаға сіңдіру жолымен жүргізіледі, ал дымқыл тоқыма материалды 50-100°С ге дейін қыздырылған концентрациясы 0,1-3,0 мас.% күміс нитратына қосады. Сіңдіргеннен кейін су фазасын бөліп алуды және алынған тоқыма материалын күміс жағып, кейіннен натрий гипохлоритінің немесе калий бихроматының сулы ерітінділерімен өңдеп кептіруді жүзеге асырады[6]. Антибактериалды тоқыма материалдарын алудың осы әдісі алынған тоқыманы пайдалану процесінде ылғалды өңдеуге төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді, сондай-ақ алынатын антибактериалды тоқыма материалдарының түс гаммасын ашық түстерге қарай кеңейтеді.Алайда, өндірістің бұл технологиясы экологиялық емес, ал химиялық реагенттердің көп мөлшерін пайдалану өндіріс процесінде өндірілетін ағынды суларды тазалауға қосымша шығындарды талап етеді.

Медициналық маскаларға арналған, бактерияға қарсы тоқыма материалдарын алу үшін ультрадыбыс арқылы өңдеуді пайдаланып, материалдарды күміс нанобөлшектерімен түрлендіру әдісі дайындалған[7].Тоқыма материал су/этиленгликоль қосылған күміс нитратының ерітіндісіне салынады, содан соң материал ультрадыбыстық әсерге ұшырайды.Аммоний гидроксиді бастапқы қоспаға да қосылады.Этиленгликоль күміс металға айналғанша тотықсыздандыруы керек, алайда[Ag (NH3) 2] + тұрақты комплексі түзілуіне байланысты,Ag + ионының концентрациясы төмендейдіжәне тотықсыздану реакциясы өте баяу.Мұндай жағдайларда күмістің наноөлшемді бөлшектері пайда болады. Бөлшектердің орташа өлшемі шамамен 80 нм құрайды [7].Ультрадыбыстық өңдеу процесінде, күміс нанобөлшектерімен жанасу нүктелерінде мата талшықтарын еріту және көміртектеу үшін жеткілікті температура пайда болады, бұл физикалық адсорбция нәтижесінде бөлшектердің материал бетінде сақталатынын көрсетеді.Осы әдіспен алынған тоқыма материалдары керемет бактерияға қарсы белсенділікке ие. Материалдың бетіне нанобөлшектерді отырғызу процесі бір сатыда өтеді және улы реактивтерді қолдануды қажет етпейді. Бірақ бұл модификация әдісінің маңызды кемшілігі - модификацияланған тоқыма қанық сұр түске ие болуы аталмыш технологияны ашық түсті бактерияға қарсы тоқыма материалдары өндірісінде, қолдану аясын шектейді.

Соңғы уақытта тоқыма талшықтары мен әралуан құрылымды материалдарды модификациялау үшін көбінесе жоғары жиілікті (ЖЖ) разрядтар қолданылады. Өңдеудің дәстүрлі әдістерінен айырмашылығы, электрофизикалық әдістер, соның ішінде плазмалық әдістер тиімдірек және тек бір реттік инвестицияларды қажет етеді [8].

Алдыңғы жүргізілген зерттеулердің нәтижелері тоқыма материалдарын жоғары жиілікті сыйымдылықтағы төмен қысымды разрядты плазмамен өңдеу беттік қасиеттерін бағыттап өзгертуге, адгезиялық және сорбциялық сипаттамаларын арттыруға, талшықтар мен жіптердің физикалық және механикалық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік беретінін көрсетеді [9-12].

Тоқыма материалдарының беттік қасиеттерін өзгерту, оған бактерияға қарсы қасиеттер беру үшін тоқымаға сіңдіруге пайдаланатын әртүрлі химиялық қоспалармен тоқыма жаймаларын одан әрі модификациялаудың қажетті шарты болып табылады. Бұл әсіресе беті табиғаты бойынша инертті және белсендіруді қажет ететін құрамында синтетикалық талшықтары бар тоқыма материалдарына қатысты. Сонымен қатар, уақытқа төзімді қасиеттері бар бактерияға қарсы тоқыма материалдарын алу қажет. Ол үшін қажетті химиялық затпен модификацияланғаннан кейін алынған материалдың қасиеттерін сақтауға жағдай жасайтын қолданыстағы бактерияға қарсы реагенттің тоқыма материалының бетіне тұрақты бекітілу мәселесін шешу керек. Төмендетілген қысымды жоғары жиілікті плазмасы әралуан технологиялық процестерде, оның ішінде металл нанобөлшектерін талшықты материалдарға қолдану үшін тиімді қолданылады.

Әдебиеттік шолу бізге дейін плазмалық өңдеуді қолдану арқылы металл нанобөлшектерін әртүрлі материалдардың бетіне отырғызу мүмкіндігі туралы зерттеулер жүргізілгенін көрсетті [13–18]. Сонымен жұмыста[13], үлбір жартылайфабрикатына төмендетілген қысымдағы ЖЖ плазманың алдын-ала әсері табиғи үлбірлік материалының беткі қабатына кейінгі жүретін металдық наножабынның дайындығын қамтамасыз ететіндігі анықталды, ал үлбір жартылайфабрикаттының соңғы плазмалық модификациясы қабаттасқан жабынның жабысқақтық беріктігін жоғарылатады. Ионды бомбалау жағдайында наножабынды плазмалық фазадан конденсациялау әдісімен отырғызу арқылы үлбір жартылайфабрикатына қосымша эстетикалық қасиеттерді (түпнұсқа түс, қосымша жылтыратқыш, жарық шағылыстыру) беруге болатындығы анықталды.

[14] Жұмыста титан және гафний нитридті беттік наноқұрылымды қабаты бар, биологиялық қауіпсіздікке ие, былғары материалын пайдалана отырып, аяққиімдік ортопедиялық ұлтарағы әзірленді. Нитридті қабаттардың шөгуі пароплазмалық фазаның бетіне элементтердің конденсациясымен жүреді. Гафний мен титанның нитридті қабаттарын материалдардың бетіне конденсациялау алдында гидрофильді режимде аргонның плазматүзуші ортада ортопедиялық былғарыны плазмалық өңдеу түрлендірілетін былғары материалының гигиеналық және пайдалану сипаттамаларын жақсартады.

[15] Жұмысында арнайы мақсаттағы былғарыны жоғары жиіліктегі сыйымдылықты төмен қысымды разрядта плазмалық өңдеу, сондай-ақ күміс нанобөлшектерін қолдану, гигиеналық қасиеттері жақсартылған және биокоррозияға төзімділігі жоғары, арнайы мақсаттағы гидрофобты былғарыны алуға мүмкіндік береді. Арнайы мақсаттағы былғары материалын күмістің нанобөлшектерімен толықтыру ылғалды киімасты және аяққиімішілік кеңістікте пайда болатын белгілі микроорганизмдерге қатысты тұрақты антибактериалды әсер жасауға мүмкіндік береді.

[16] Жұмыста ерекше металдандырылған бояуы, бактерицидті қасиеттері және электрленуі төмен, биологиялық объектілердің әсеріне төзімді және реттелетін сорбциялық сипаттамалары бар үлбір материалдарын фиништік өңдеу әдісі сипатталған. Төмен қысымды жоғары жиілікті индукциялық плазма жағдайында үлбір жартылайфабрикатын күміс нанобөлшектерімен модификациялау материал бетін және күміс нанобөлшектерін белсендіруге алып келеді, нәтижесінде үлбір жартылайфабрикатының үстіңгі қабатын күміс нанобөлшектерімен тиімді қанықтыру және ақуызбен кешенді қосылыстар жасау арқылы оларды бекіту жүргізіледі.

[17,18] Жұмыстарында су сүзгілерін дайындауға пайдаланылатын полипропиленді талшыққа күміс нанобөлшектерін отырғызу және бекіту әдістемесі әзірленді. Плазма түзетін газда алдын ала плазмалық өңдегенде коллоидты ерітіндісімен күміс нанобөлшектерінің талшыққа тиімді сіңдіруді қамтамасыз етіп, ПП талшықтарының гидрофильді қасиеттерін аргон жоғарылатады, одан кейін ПП талшықтың бетінде күміс нанобөлшектерін бекіту үшін ЖЖ төменгі қысым разрядымен қайта плазмалық өңдеу жүргізіледі. Осы әдістемені қолдану антисептикалық қасиеттері бар сүзгіш материалды алуға мүмкіндік береді.

Бірақ плазмалық өңдеуді қолдана отырып, металдардың нанобөлшектері табиғаты әртүрлі материалдарды модификациялау саласында бірқатар зерттеулер жүргізілгеніне қарамастан, қазіргі уақытта газ ағынында нанобөлшектерді белсендіру процестері, содан кейін оларды одан әрі материалдардың бетіне тиімді бекітілуі жеткілікті зерттелмеген. Осылайша, әртүрлі құрамдағы тоқыма материалдарын төмен қысымды ЖЖ разрядты плазма ағынымен өңдеу жеңіл өнеркәсіп өнімдерін өндіру үшін материалдарды өңдеудің перспективалық әдісі болып табылады, және әртүрлі талшықты құрамды бактерияға қарсы тоқыма материалдарын алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Плазмалық модификация талшықтардың, жіптердің және тоқыма жаймалардың беткі, физикалық және механикалық қасиеттерін тиімді өзгертуге мүмкіндік береді, сондай-ақ модификациялау процесінде тоқыма материалының бетіне отырғызылған бактерияға қарсы реагентті тұрақты бекіту проблемасын шешеді. Сонымен қатар, плазмалық технология экологиялық таза процестерге жатады, сондықтан бактерияға қарсы қасиеттері бар тоқыма материалдарын, сондай-ақ олардан жасалған бұйымдарды өндіру процесінде осы әдісті қолдануды зерттеу өзекті болып табылады.

Қоршаған ортаның экологиялық жай-күйінің нашарлауы және тұрғындардың иммунитет деңгейінің төмендеуі салдарынан туындаған өзекті мәселе, жаңа профилактикалық және санитарлық-гигиеналық әдістерінің бір шешімі бактерияға қарсы қасиеттері бар тоқыма материалдары мен жеңіл өнеркәсіп бұйымдарын жасау болып табылады. Бактерияға қарсы тоқыманың өнеркәсібін дамытудағы басым бағыттардың бірі бірреттік хирургиялық киімдер және ішкікиімдері (БХКІ) мен бірреттік медициналық жеке қорғаныс құралдарын (БМЖҚҚ) қоса алғанда, бірреттік медициналық киімдер және

ішкікиімдер (БМКІ) дайындауға арналған беймата материалдары, сондай-ақ қолданудың экстремалды жағдайларында пайдаланылатын жеңіл өнеркәсіп бұйымдарын өндіруге және спортпен айналысуға арналған материалдар (термобелье) алады.

Қазіргі уақытта шетелде өндірілетін бактерияға қарсы талшықтар мен материалдардың ассортименті (Еуропа, АҚШ, Қытай елдерінде), шығарылатын материалдардың құрылымы тұрғысынан, сондай-ақ тоқыма модификациясы үшін пайдаланылатын антибактериалды агенттер тұрғысынан да айтарлықтай кең. Бірақ қазақстандық тұтынушы үшін ғылымды қажетсінетін, өндірістер жағдайында өндірілетін, импортталатын бактерияға қарсы материалдардың басты кемшілігі олардың жоғары құны болып табылады. Ал отандық өндірістің бактерияға қарсы материалдары әрдайым ұқсас импорттық тауарлармен бәсекелесе алмайды, бұған ең алдымен, шығарылатын өнімнің кең ассортименті жеткіліксіздігі, сондай-ақ шығарылатын тауарлардың қасиеттерінің тұтынушының барлық талаптарына сәйкес келмеуі себеп. Бұл проблеманы шешу үшін инновациялық технологиялар мен белсенді антибактериалды заттарды талшықтардың бетіне тиімді жағуға және құрылымына енгізуге қол жеткізуге мүмкіндік беретін нанотехнологияларды қолдана отырып, бактерияға қарсы материалдардың жаңа түрлерін шығаруды ұйымдастыру қажет. Нарықта шетелдік өнімнің қазақстандық аналогтарының болмауынан, сондай-ақ бұл ішінара Денсаулық сақтау жүйесі саласындағы мемлекеттің белсенді саясатына негізделген, осы тауарлар тобына халықтың сұранысының өсуіне байланысты, сондай-ақ халық арасында профилактикалық іс-шаралар мен салауатты өмір салтын насихаттау, бактерияға қарсы беймата және трикотаж материалдарын өндіру, сондай-ақ оларға антибактериалды және бактериостатикалық қасиеттер беру мақсатында өндірілетін материалдардың модификациясы қазақстандық өндірушілер үшін өзекті міндет болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Муранова Н.Н., Морозова Л.В,. Сичкарь Т.В,. Остапенко Н.Д., Использование инновационных технологий для расширения применения одежды из трикотажа,. - Науковедение. - 2013. - № 1 (14). - С. 31.

[2] Букина Ю.А,. Сергеева Е.А. Современные материалы для производства спортивной одежды и термобелья, -№9 Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - С. 112-114с.

[3] Соловьева Е.С., Дащенко Н.В., Кисилев А.М. Применение нанотехнологий в процессах отделки текстильных материалов, Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности № 3.. - 2012. - 48-52с.

[4] Гребенкин А.А., Гребенкин А.Н.,. Зверлин С.В,. Макаров А.Е. Металлизация текстильных полотен в гидродинамическом поле, Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. № 3.: Естественные и технические науки. - 2010. - 40-42с.

[5] Горберг, Б. Л. Технология и оборудование для металлизации текстильных материалов методом магнетронного распыления, Б.Л.

[6] Горберг, А.А. Иванов, В.А. Титов, Э.И. Куликовский, Новости материаловедения. Наука и техника. - 2013. - № 2. - С. 7.

[7] Вишняков А.В., Минаева Т.В., Чащин В.А,. Хотимский Д.В, Пат 2350356 Ru. Антибактериальный текстильный волокнистый материал и способ его получения, - № 2007124816/12; заявл. 03.07.2007; опубл. 27.03.2009

[8] Кричевский Г.Е. Нано-био-, химические технологии и производство нового поколения волокон, текстиля и одежды. - М.: Известия, 2011. - 526 с.

[9] Коровина М.А., Валуева М.И. Разработка технологии создания текстильных материалов с высоким содержанием лекарственного препарата,. - Электрон. журн. - Москва: 2013. - Қол жетімді режим: http://mgutm.ru/jurnal/tehnologii_21veka/

[10] Губаты П. Оценка сорбционных свойств нетканых материалов [Электронды ресурс], , Нетканые материалы. Продукция, оборудование, технологии. - 2011. - № 4(17). - Қол жетімді режим: http://www.polymerbranch.com/magazine/archive/viewdoc/2011/237/1625. html

[11] Жариков В.М., Шарапов В.М., -Пат 2426484 Ru. Способ изготовления медицинской маски,. заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" - № 2010108904/12; заявл. 11.03.2010; опубл. 20.08.2011

[12] Ершов И.П.,. Сергеева Е.А, Зенитова Л.А., Абдуллин И.Ш., Модификация синтетических волокон и нитей. Обзор, Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - Т. 15, № (18). - 136-143с.

[13] Кулевцов Г.Н., Николаенко Г.Р, Андреев П.А. Исследование влияния ВЧ-плазменной модификации на гигиенические свойства кожи, Кожевенно-обувная промышленность. - 2012. - №4. - 29-30с.

[14] Ибатуллина А. Р., Сергеева Е. А., Создание композиционных материалов на основе арамидных волокон с применением плазменной обработки, Дизайн. Материалы. Технология. - 2012. - №5(25) - 38-44с.

[15] Сергеева Е.А., Желтухин В.С., Илюшина С.В. Физико-математическое моделирование плазменной модификации поверхностного нанослоя синтетических тканей, Нанотехника. - 2011. - № 2. - 75-78.с

[16]. Плазменная модификация трикотажных полотен, А. А. Азанова, Дизайн. Материалы. Технология. - 2013. - Т. 2, № 27. - С. 86-88.

[17] Панкова Е.А.,. Абдуллин И.Ш,. Усенко В.А. Изучение механизма формирования металлических нанопокрытий на поверхности волосяного покрова меха и их влияние на качественные характеристики мехового полуфабриката, Технология легкой промышленности. - 2011. - №2. –77-80.с

[18] Гребенщикова М.М., Абдулли И.Ш., Исрафилов И.Х Биосовместимый кожевенный материал для изделий ортопедического и медицинского назначения, Кожевенно- обувная промышленность. - 2012. -№2 -34-35с.

[19] Кулевцов Г.Н., Степин С.Н, Николаенко Г.Р., Шестов А.В., «Холодная» плазма и наноматериалы как перспективный метод повышения гигиенических свойств кож специального назначения для работников нефтегазового комплекса, Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - №5. - 59-62с.

[20] Панкова Е.А. Изучение механизма формирования металлических нанопокрытий на поверхности волосяного покрова меха и их влияние на качественные характеристики мехового полуфабриката, [и др.], Известия ВУЗов Технология легкой промышленности.- 2011. - №2. - 77-80с.

Бектурсунова А. К., Ботабаев Н. Е., Тоғатаев Т. У., Еркебай Ғ.Н.

Бактерияға қарсы қасиеттері бар талшықты материалдарды алу әдістері

Резюме. Основным и наиболее перспективным направлением расширения ассортимента и улучшения свойств текстильных материалов различного состава является не столько разработка новых видов химических веществ для производства текстильных волокон, сколько модификация уже существующих волокон и готовых текстильных материалов с целью придания им новых свойств.

Модификация текстильных материалов с целью придания им антибактериальных свойств может быть осуществлена на стадии переработки волокнообразующего полимера в текстильное волокно, а также на стадии обработки готового текстильного волокна, полотна или изделия.

Придание антибактериальных свойств текстильным материалам возможно на стадии синтеза и формования волокнообразующего полимера. Часто в волокно происходит внедрение не одного, а нескольких антибактериальных веществ.

Ключевые слова: Наноматериалы, наночастицы серебра, антибактериальные свойства, текстильные материалы.

G. Tursynbay, A.Nurmukhanova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)
e-mail: gazizatursynbay7@gmail.com

DEVELOPMENT OF A PLAN FOR RESEARCH OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURE OF ROAD STRUCTURE

Abstract. This article details the role of road signs in a complex road structure. Research is presented on the design, effective financing and manufacturing of the road being implemented. According to the results of research, there are many opportunities that arise to mitigate or reduce adverse environmental impacts when modifying and repairing existing roads.

Key words: road construction, road signs, financing, design, transportation, material

Ғ.Б. Тұрсынбай, А.З. Нурмуханова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан)
gazizatursynbay7@gmail.com

РАЗРАБОТКА ПЛАНА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. В статье рассмотрена роль дорожных знаков в сложной дорожной конструкции. Представлены исследования проектирования, эффективного финансирования и изготовления реализующейся дороги. По результатам исследований существует множество возможностей, которые возникают для смягчения или уменьшения неблагоприятного воздействия на окружающую среду при модификации и ремонте существующих дорог.

Ключевые слова: дорожная конструкция, дорожные знаки, финансирование, проектирование, транспорт, материал.

С начала XX века, поскольку легковые и грузовые автомобили предлагают все более высокий уровень мобильности, количество транспортных средств возросло в пользу населения. На популярность дорог сильно повлияла массовое перемещение людей в города, а затем на окраины пригородов, тенденция, которая привела к увеличению потребностей в поездках и заторов на дорогах, а также к городам с низкой плотностью населения, в которых затруднено обслуживание общественного транспорта. Зачастую строительство новых дорог для смягчения таких проблем способствует дальнейшему развитию городов и еще большему количеству дорожных поездок. Долгосрочные решения требуют предоставления альтернатив для легкового и грузового транспорта, контроля над землепользованием и правильной стоимости дорожного путешествия.

В идеале разработка крупной дорожной системы - это упорядоченный, непрерывный процесс. Процесс состоит из нескольких этапов:

- оценка потребностей в дорогах и вариантов транспорта;
- планирование системы для удовлетворения этих потребностей;
- проектирование экономически, социально и экологически приемлемых дорог;
- получение необходимого одобрения и финансирования;
- создание, эксплуатация и обслуживание системы;
- обеспечение будущих расширений и реконструкции.

Большинство дорожных проектов сегодня включают в себя модификации существующих автодорог, а планирование, эксплуатация и техническое обслуживание таких проектов часто являются возможностями для улучшения экологических условий. Растущий объем информации описывает такую практику для улучшения водных и наземных мест обитания. Не следует упускать из виду многочисленные возможности, которые возникают для смягчения или уменьшения неблагоприятного воздействия на окружающую среду при модификации и ремонте существующих дорог. Экологические соображения следует учитывать при составлении планов по ремонту или модификации существующих дорог, а также при составлении планов по строительству новых дорог [1].

В дорожной системе немаловажную роль играют дорожные знаки, которые являются путеводителями и для владельцев транспортов, и для пассажиров, и для пешеходов. Дорожные знаки информируют водителя о специальных правилах и предоставляют информацию об опасностях и навигации. Они классифицируются как:

- регулирующие знаки, которые обеспечивают уведомление о правилах и правилах дорожного движения (например, знаки для ограничения скорости и для остановки, выхода или сдавания, и нет входа);
- предупреждающие знаки, которые привлекают внимание к опасным условиям (например, резкие изгибы, крутые уклоны, низкие вертикальные зазоры и скользкие поверхности);
- указатели, которые дают информацию о маршруте (например, номера или обозначения, расстояния, направления и достопримечательности).

Дорожные знаки имеют стандартные формы и цвета - например, за рубежом, красный восьмиугольник, используемый для знака остановки, треугольник для предупреждающих знаков, зеленый прямоугольник с белыми надписями для указателей движения на автостраде (обычно устанавливаемый над проезжей частью и большого размера для удобного чтения на большой высоте скорости). Туристические знаки - коричневые прямоугольники, а специальные маркеры и формы используются для маркеров маршрута. Многие знаки, такие как знак «стоп», используются повсеместно, но между двумя общими международными системами существуют некоторые различия, основанные на американской или европейской практике. По сути, эти различия обусловлены полной зависимостью от символических знаков и большим количеством синих указателей в многоязычной Европе.

Дорожные знаки в основном используются для управления трафиком в городских уличных системах, особенно на обычных перекрестках, где размещаются большие объемы трафика, где они распределяют полосу пропускания для различных транспортных потоков. Они также могут измерять трафик, входящий в полосы доступа, на оживленные автострады или указывать полосы движения для использования на дорогах с двусторонним движением. Простые сигналы светофора работают на заранее установленных временных планах, которые меняются в зависимости от времени суток. Более продвинутые сигналы, управляемые трафиком, автоматически отслеживают потоки трафика и соответственно распределяют полосу пропускания. Сигналы также могут быть связаны с компьютером, так что трафик, проходящий по основному маршруту, может получать непрерывную волну зеленых сигналов, получая максимальный выход трафика из системы [2].

Чтобы полностью понять стадию проектирования, необходимо определить несколько стандартных терминов (Рисунок 1).

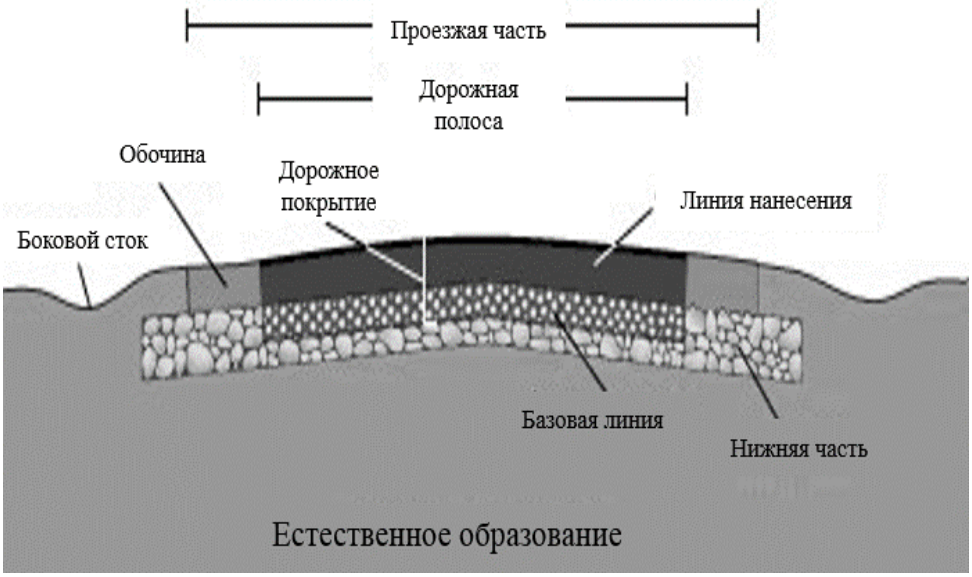


Рис. 1. Проектирование дорожной системы

Дорожная полоса - это часть дорожного покрытия, выделенная одной линией транспортных средств; она обозначена на асфальте окрашенными продольными линиями или встроенными маркерами. Обочина представляет собой полосу тротуара вне внешней полосы движения; оно предназначено для использования в экстренных ситуациях на дороге и для защиты краев дорожного покрытия от повреждений при движении. Ряд примыкающих полос и обочин называется дорожным полотном или проезжей частью, а дорожное покрытие, обочины и граничащие с дорогами соседние линии собственности называются полосами отвода [3].

Чтобы сохранить качество и единообразие, стандарты проектирования устанавливаются для каждого функционального типа дороги. Количество полос движения напрямую определяется комбинацией интенсивности движения и скорости, поскольку практические ограничения на расстояние между транспортными средствами означают, что в полосе движения имеется максимальное количество транспортных средств в час. Ширина полос движения и плеч, которые должны обеспечивать баланс между стоимостью строительства и комфортом водителя, позволяют определять ширину проезжей части. Стандарты также определяют придорожные барьеры или дают четкие поперечные расстояния, необходимые на каждой стороне проезжей части, чтобы обеспечить безопасность в случае, если транспортные средства случайно покидают проезжую часть. Таким образом, можно определить общую ширину полосы пропускания, необходимую для всей дороги, хотя перекрестки добавят дополнительные особые требования [4].

Исследование финансирования. Полный проект предлагаемой дороги анализируется с точки зрения ее стоимости и ее экономических, социальных и экологических последствий. Он также может быть подвергнут публичному рассмотрению. Этот шаг может быть длительным, так как новые дороги обычно популярны среди путешествующей общественности, но иногда вызывают беспокойство в сообществах, через которые они проходят.

Местные улицы и коллекторные дороги обычно управляются местными органами власти и финансируются за счет местных налогов. Однако артериальные дороги и автомагистрали нуждаются в более широком административном и финансовом вкладе, чтобы гарантировать непрерывность и равномерность маршрутов. С 1920-х годов финансирование дорог было в основном передано пользователю дороги. Используются различные налоги: на топливо и масло, на использование дорог, на покупку и владение транспортным средством, на выдачу водительских прав, на массу и массу пройденного расстояния, на покупку шин и аксессуаров, а также на экономические выгоды, предоставляемые дорогами (например, более высокие значения свойств или увеличение производительности). Налоги на топливо обычно обеспечивают самый простой источник дохода, но

они не обязательно предназначены исключительно для расходов на дорогах. Многие местные дороги финансируются за счет налогов на недвижимость.

Чтобы избежать высоких транспортных расходов, материалы, используемые для строительства базового курса, предпочтительно расположены вблизи строительной площадки; экономически невозможно использовать дорогостоящие материалы для строительства дорог большой длины. Процесс раскопок такой же, как и для горных пород, хотя рыхлители могут использоваться для получения материала более низкого качества. Дробилки, сита и шайбы производят камень нужного размера, формы и чистоты [5].

Исследования методов дорожного строительства. После того, как дорога была одобрена и финансирование найдено, геодезисты определяют ее трехмерное местоположение на земле. Затем может начаться формирование материала на месте до его требуемой формы и установка системы подземного дренажа. Импортированный материал дорожного покрытия размещается на природном пласте и может содержать воду; ролики затем используются для уплотнения материала до необходимой плотности. Если это возможно, разрешается движение по завершенным земляным работам для обнаружения слабых мест.

В странах, где рабочая сила недорогая и менее квалифицированная, традиционные ручные методы дорожного строительства все еще широко распространены. Тем не менее, развитый мир сильно зависит от специально построенного завода. Это может быть разделено на оборудование для шести основных строительных целей: очистка, земляные работы, формирование и уплотнение естественной формации; установка подземного дренажа; производство и обработка дорожного агрегата; производство асфальта и бетона; укладка и уплотнение слоев дорожного покрытия; и строительство мостов и водопропускных труб [6].

Полученные в ходе исследования результаты. Для уборки растительности и нежелательных материалов с дороги часто используется бульдозер. Строительство каменных разрезов обычно выполняется с помощью лопат, драглайнов и мобильных дрелей. Формирование пласта и перемещение земли от черенков до насыпей осуществляется с помощью бульдозеров, автогрейдеров, тягачей, автогрейдеров, погрузчиков и больших самосвалов. Материал укладывают слоями, доводят до нужного содержания влаги и уплотняют до необходимой плотности. Уплотнение достигается с помощью трамбовочных, ножных, решетчатых, стальных колесных, вибрационных и пневматических катков. Экскаваторы, задние актеры и траншеекопатели используются для дренажных работ [7].

Для укладки дорожного материала все чаще используется асфальтоукладчик, который равномерно распределяет заполнитель, асфальт или бетон до требуемой толщины, формы и ширины (обычно это одна или две полосы движения). Тротуарная машина может скользить по краям дорожки, избегая, таким образом, необходимости в фиксированных боковых формах. По мере продвижения вниз по дороге, он применяет некоторое предварительное уплотнение, а также выравнивает и заканчивает поверхность тротуара (Рисунок 2). В современных машинах контроль уровня осуществляется с помощью лазерного прицела.

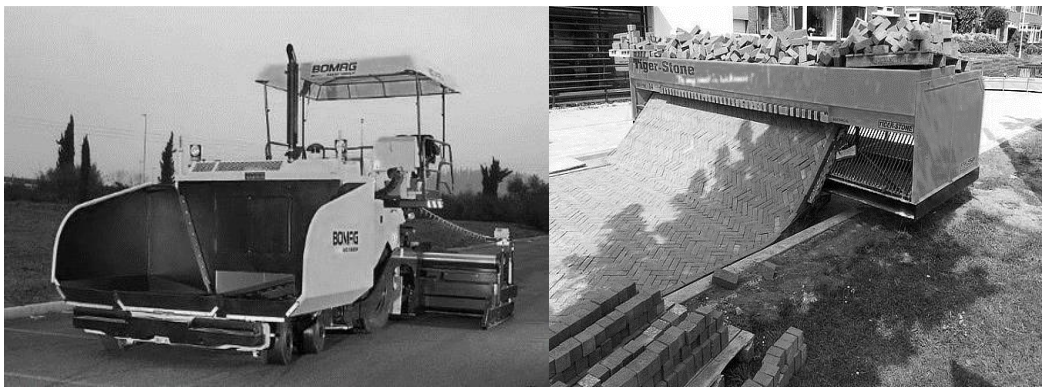


Рис.2. Асфальтоукладчик и тротуарная машина

При изготовлении уплотняемой поверхности с разбрызгиванием и сколом (или битумной поверхностной обработки) существующая пористая поверхность покрывается пленкой горячего жидкого битума, который распыляется в достаточном количестве для заполнения пустот, трещин и

трещин, не оставляя избыток битума. на поверхности. Затем поверхность опрыскивают более вязким горячим битумом, который сразу же покрывают слоем каменной крошки одинакового размера, разбрасываемой с самосвала. Дорога затем катится, чтобы уложить камень в липкий битум, а лишний камень позже очищается вращающейся метлой.

Срок службы дорожной конструкции зависит от качества ее содержания и незначительного ремонта. Техническое обслуживание обеспечивает безопасность проезжей части, обеспечивает хорошие условия вождения и продлевает срок службы дорожного покрытия, защищая тем самым дорожные вложения. Техническое обслуживание состоит из мероприятий, связанных с состоянием дорожного покрытия, обочин, дренажа, транспортных средств и полосы отвода. Она включает в себя быстрое запечатывание трещин и заполнение выбоин для предотвращения попадания воды через поверхность, удаление мусора, выбрасываемого на обочину путешествующей публикой, а также уход за дорожной разметкой [8].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Allen T.F., T.B. Starr. Hierarchy: Perspectives for Ecological complexity. Chicago, IL: University of Chicago Press, 2012, 35 p.

[2] AMPO (Association of Metropolitan Planning Organization), 2004, 216 p.

[3] Andreasen, J.K., R.V. O'Neill, R. Noss, and N.C. Slosser. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. Ecological Indicators, 2001, 305 p.

[4] Berkes, F., and C. Folke, eds. Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2008, 459 p.

[5] Berkovitz, A. The marriage of safety and land-use planning: A fresh look at local roadways. Public Roads, 2001, 65(2).

[6] Blaesser, B.W., D.R. Mandelker, M.S. Giaimo, and J.B. McDaniel.Selected Studies in Transportation Law: Vol. 3. Environmental Law and Transportation. National Cooperative Highway Research Program, CD-ROM. Washington, DC: Transportation Research Board, The National Academies. 2003, 76 p.

[7] Гурьянов А.Н. Дорожные знаки Учебное пособие г. Москва, 2012 г., стр. 201.

[8] Такачева М.Н. «Дорожные знаки. Знаки сервиса» г. Нижнекамск, 2012 г., стр. 126.

Тұрсынбай Ғ. Б., Нурмауханова А.З.

Жол құрылымының жасалуының технологиялық процессін зерттеу жоспарын әзірлеу

Түйіндеме. Зерттеу барысында алынған нәтижелер жол құрылысы үшін белгілі бір материалдар мен құралдарды, атап айтқанда, жол белгілерін тиімді қолдануды көрсеткен. Мақалада жер жамылғысының қабатын құрауға бағытталған машиналардың негізгі түрлері сипатталған. Жол белгілерінің күрделі жол құрылымындағы рөлі жан-жақты қарастырылған.

Түйін сөздер: жол құрылысы, жол белгілері, қаржыландыру, жобалау, тасымалдау, материал.

УДК. 004.42

[1,2]I.T. Utepbergenov, [2]M.A. Sherstoboyev

([1]Institute of Information and Computational Technologies, [2]The faculty of "Academy of cinema and television" of the Turan University, Almaty, the Republic of Kazakhstan)

E-mail: maxim.sherstoboyev@gmail.com

REVIEW OF THE SCIENTIFIC ARTICLE "FORECASTING OF CURRENCY QUOTES USING NEURAL NETWORKS"

Abstract. The article discusses the analysis of a scientific article, the theme of which is the comparison and analysis of methods for a neural network. Predicting growth or depreciation of the currency will allow society in all areas of activity to better prepare for price fluctuations. The choice of the optimal neural network method for solving the problem is an urgent topic, because this will allow with maximum accuracy in the future to predict the growth or fall of the currency rate

Key words: neural network technologies, analysis of methods for a neural network, economics, machine learning method.

[1,2]И.Т. Утепбергенов, [2]М.А. Шерстобоев
([1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан,
[2]Университет Туран, Алматы, Республика Казахстан)
E-mail: maxim.sherstoboyev@gmail.com

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОТИРОВОК ВАЛЮТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В статье рассматриваются анализ и сравнение методов нейросетевых технологий прогнозирования роста или падения курса валюты, позволяющих обществу во всех сферах деятельности лучше подготовиться к колебаниям курса цен. Выбор оптимального метода нейронной сети для решения поставленной задачи позволит с максимальной точностью в дальнейшем прогнозировать колебание курса валюты.

Ключевые слова: нейросетевые технологии, программные средства для нейронной сети, прогнозирование курса валют, машинный метод обучения, активаторы.

В связи с имеющим место в мире экономическим кризисом в настоящее время наблюдается процесс колебания валют, что соответственно порождает интерес к возможности его прогнозирования. Учитывая, что данный процесс затрагивает также экономику Казахстана, авторы решили исследовать сложившуюся на данный момент ситуацию с прогнозированием данного процесса с применением нейросетевых технологий.

В соответствии с поставленной целью для анализа были выбраны источники [1-15], содержащие аналитические материалы и исследования по рассматриваемому направлению.

Объектом исследования научных статьи [1-5] является обзор и анализ методов для нейросетевых технологий, задачей которого является прогнозирование роста или падения курса валюты.

В начале статьи [1] авторы кратко излагают основные существующие в мире методы прогнозирования, которые применяются не только для прогнозирования курса валют. Рассмотрен метод прогнозирования с использованием нейросетевых технологий и выделены четыре основных типа задач, которые способна решать нейронная сеть:

- распознавание образов (видео, фото, аудио и др.);
- классификация;
- кластеризация;
- прогнозирование.

Также выделено пять программных продуктов, позволяющие работать с нейросетями:

- Matlab
- deductor
- neuro shell traider;
- statistica;
- brainmaker.

Авторы приводят сравнительную таблицу указанных программных продуктов для выбора оптимального (Таблице 1).

Таблица 1. **Сравнение аналогов разработанной системы (взято из [1])**

Критерий оценки	Matlab	Deductor	Neuro shell traider	Statistica	Brainmaker
Цена	2	2	3	0	3
Простота использования	1	2	4	2	4
Наличие пробной версии	0	5	0	5	0
Наличие официального сайта	5	5	5	5	0
Поддержка разработчиком	5	5	5	5	0
Наличие студенческой версии	5	5	0	5	0
Средний балл	**3**	**4**	**2,8**	**3,6**	**1,1**

Сравнение осуществляется по пятибальной шкале, где 0 — самый низкий бал, 5 — самый высокий бал.

Данная таблица является абсолютно субъектнивной, о чем и пишут сами авторы статьи. При этом авторы не объясняют происхождение оценок для составления данной таблицы.

В этой связи предлагается следующая методика обоснования оценок при сравнения программных продуктов, позволяющих работать с нейросетями [6-10]. Результаты сравнения указанных программных продуктов по данной методике представлен в таблице 2

Таблица 2. **Сравнение программных продуктов, позволяющих работать с нейросетями**

Критерий оценки	**Matlab**	**Deductor**	**Neuro shell traider**	**Statistica**	**Brainmaker**
Цена	0	2	5	3	5
Простота использования	1	3	5	2	5
Наличие пробной версии	1	3	5	1	5
Наличие официального сайта	5	5	5	5	0
Поддержка разработчиком	5	5	5	5	0
Наличие студенческой версии	5	5	5	5	5
Средний балл	**2.8**	**3.8**	**5**	**3,5**	**3,3**

При составлении рейтинга сравниваемых программ по ценам (стоимости) выставляются относительно друг от друг, таким образом, самый дорогой имеет бал 0, бесплатные версии 5. Matlab имеет два основных вида подписки на программные продукты: годовая лицензия 363 940 тенге [13], бессрочная 909 850 тенге [13]. В Deductor входит бессрочная подписка, лицензия на одного человека составляет 300 000 тенге [14]. Statistica также имеет два вида подписки на 1 пользователя, это годовая 144 120 тенге [15], бессрочно —414 822 тенге [15].

Бесплатные версии [11-12]владеют лишь основным функционалом, что делает их использование интуитивно понятным, в то время как платные версии [13-15] владеют большим функционалом, который без документации будет невозможно разобрать.

Платные программные обеспечения владеют пробными версиями [13-15]. Так, Matlab и Statistica имеют пробную версию на 30 дней [13]. В Deductor же входит пробный период на 90 дней [14]. Для бесплатных версий [11-12] выставлен максимальный бал, т.к. для их полного функционирования не требуется лицензии и у них нет пробного периода.

Бесплатные программы [11-12] также получили максимальный бал, поскольку их полный функционал не зависит от деятельности.

Итоговые оценки у платных версий [13-15] незначительно изменились, в то время как у бесплатных [11-12] был средний бал был значительно изменен. Brainmaker [12] хоть и получил несколько дополнительных баллов, все равно имеет очень низкий средний бал. Наилучшим среди всех показал себя Neuro shell traider [11], абсолютно бесплатная версия которой не имеет пробного периода: интуитивно понятный интерфейс, не обладает излишним функционалом, владеет собственным сайтом и командой разработчиков, которые регулярно поддерживают продукт.

После сравнительной таблицы программного обеспечения (Таблица 1), автор объясняет основной принцип работы нейронный сети и дает краткое описание «слоям» нейронной сети [1]. Далее автор приводит описание системы на унифицированном языке UML в виде трех диаграмм: Диаграммы иерархии процессов, диаграммы прецедентов и общую IDEF0 диаграмму.

Диаграмма иерархии процессов и диаграмма прецедентов составлены корректно и не вызывают дополнительных вопросов. В диаграмме IDEF0 автор выбрал некорректные данные для входа. Диаграмма IDEF0 представлена на рисунке 1.

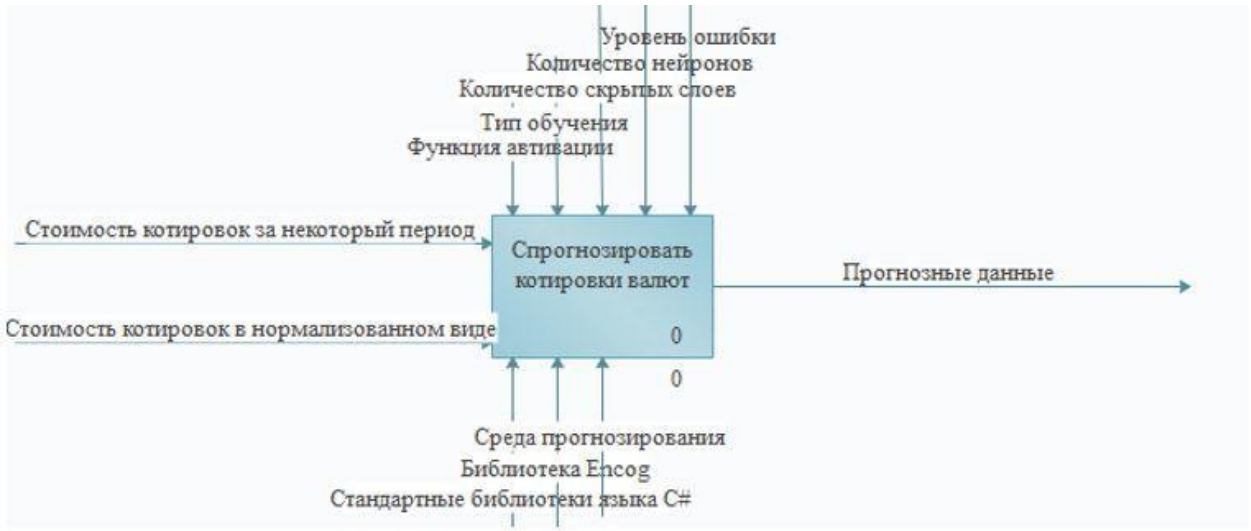


Рис. 1. Диаграмма IDEF0 (взято из [1])

Основной принцип прогнозирования курса валют базируется не на основе предыдущего периода, а в зависимости от экономической ситуации в мире [10]. Входные параметры должны содержать в себе основные факторы, влияющие на курс валюты, такие как: цена нефти за баррель, какая политическая ситуация в стране и соседних странах, начинается ли налоговый период или новый год, и др.[10]. Оценить политическую ситуацию как входной параметр вызывает сложности, но все же возможно, если взять за основу 100-бальную шкалу, где 1 — в стране полная дестабилизация, 100 — все стабильно.

Предлагается следующая IDEF0 диаграмма (рисунке 2).

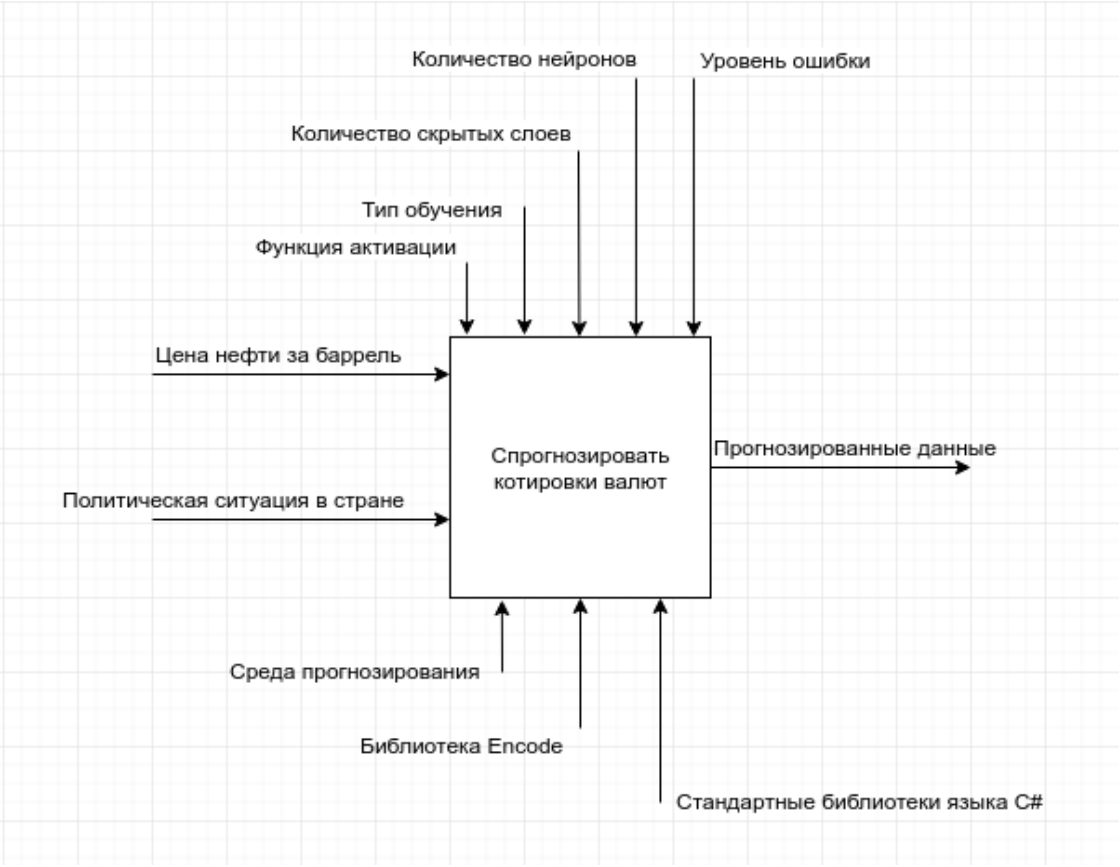


Рис. 2. Диаграмма IDEF0

В [1] автор показал процесс ввода входных параметров в нейронную сеть и поочередного запуска различных функций активаторов. В результате, самым эффективным методом с наименьшей погрешностью показала себя функция активации TANH (гиперболическая функция активации касательной), с результатом 1.6%.

Заключение

Результат анализа подходов для прогнозирования котировок валют с использованием нейронных сетей показывает:

1) Используемые программы для нейронных сетей подразделяются на платные и бесплатные;

2) Сравнение наиболее популярных программных продуктов используемых для прогнозирования валют по ценовой и функциональным признакам выявил лучший программный продукт Neuro shell traider;

3) Наиболее эффективной функцией активаторов для прогнозирования курса валюты на основе предыдущего периода является функция активации TANH (гиперболическая функция активации касательной).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Прогнозирование котировок валют с использованием нейронных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://novainfo.ru/article/15412, свободный (дата обращения 20.11.19). – Загл. с экрана.

[2] Jeff Heaton, Programming Neural Networks with Encog3 in C#// Heaton Research, Inc. St. Louis, MO, USA, 2011

[3] Алгоритм нейронной сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ms174941%28v=sql.120%29.aspx?f=255&MSPPError=-2147217396 Дата обращения: 09.06.2018

[4] Искусственная нейронная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть. Дата обращения: 09.06.2018.

[5] Беркинблит М. Б. Нейронные сети. — М.: МИРОС и ВЗМШ РАО, 1993. — 96 с. — ISBN 5-7084-0026-9. Архивная копия от 12 мая 2011 на Wayback Machine

[6] Вороновский Г. К., Махотило К. В., Петрашев С. Н., Сергеев С. А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. — Харьков: Основа, 1997. — 112 с. — ISBN 5-7768-0293-8.

[7] Голубев Ю. Ф. Нейросетевые методы в мехатронике. — М.: Изд-во Моск. унта, 2007. — 157 с. — ISBN 978-5-211-05434-9.

[8] Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. — М.: СССР-США СП «Параграф», 1990. — 160 с.

[9] Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение = Deep Learning. — М.: ДМК-Пресс, 2017. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-554-7.

[10] Тютина М. В. Анализ влияния различных факторов на валютный курс // Вопросы экономики и управления. — 2018. — №5. — С. 11-17. — URL https://moluch.ru/th/5/archive/105/3685/ (дата обращения: 26.12.2019).

[11] NeuroShell Trader - https://www.zagtrader.com/index.php?page=neuroshell.

[12] BrainMaker - https://www.osp.ru/os/1998/04/179543/

[13] Matlab - https://www.mathworks.com/store/

[14] Deductor - https://store.softline.ru/basegroup-labs/analiticheskaya-platforma-loginom/

[15] Statistica - http://incona.net/software/statsoft/license/statistica-serii-13-en-10-ru-for-edu.html

Утепбергенов И.Т., Шерстобоев М.А.

Валюта курстарын алдын ала болжау тәсілдері үшін нейрондық желілерді пайдалану

Түйіндеме. Мақалада валютаның өсуін немесе құнсыздануын болжау үшін нейрондық желілік технологиялардың әдістерін талдау және салыстыру қарастырылады, бұл қызметтің барлық саласында қоғамға баға құбылыстарына жақсы дайындалуға мүмкіндік береді. Мәселені шешудің оңтайлы нейрондық әдісін таңдау болашақта валюта бағамының өзгеруін болжауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер. нейрондық желілік технологиялар, нейрондық желіге арналған бағдарламалық қамтамасыз ету, валюта бағамын болжау, машинаны оқыту әдісі, активаторлар.

УДК 663.51.014/.019

U. Shokai, O. Kozhagulov, E. Askarbekov
Kazakh national agrarian University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: kozhagul.laro@gmail.com

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF FEED PRODUCTS FROM ALCOHOL BARD

Abstract. Currently, in the agricultural sector of the Republic of Kazakhstan, the issue of using additional resources to create a solid feed base for animal husbandry is becoming urgent. At the moment, the government is considering a draft law "On state regulation of production and turnover of ethyl alcohol and alcohol products", according to which a requirement is introduced to oblige enterprises producing ethyl alcohol to install equipment for industrial processing of liquid bard within 3 years. Liquid distillery stillage is a waste of the distillery. When drying the distillery stillage, a dry granulated feed product will be obtained, which can then be used for livestock feed. From an economic point of view, the processing of distillery stillage into dry feed has a high profitability. As already mentioned, waste from distilleries is used as a raw material, so the cost of feed yeast produced is significantly lower than feed grain. This reduces the cost of agricultural producers for feed and, consequently, reduces the cost of final products.

Key words: ethyl alcohol, enzyme preparation, distillery stillage, feed, lignincellulose waste.

У. Шокай, О. Кожагулов, Э. Аскарбеков
(Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан.
E-mail: kozhagul.laro@gmail.com)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМАПРОДУКТА ИЗ СПИРТОВОЙ БАРДЫ

Аннотация. В настоящее время в аграрной сфере Республики Казахстан актуальным становится вопрос об использовании дополнительных ресурсов для создания прочной кормовой базы животноводства. В настоящий момент в правительстве рассматривается проект закона «О госрегулировании производства и оборота этилового спирта и алкогольной продукции», согласно которому вводится требование обязать предприятия по производству этилового спирта в течение 3-х лет установить оборудование по промышленной переработке жидкой барды. Жидкая послеспиртовая барда – это отходы спиртзавода. При сушке барды будет получен сухой гранулированный кормопродукт, который в дальнейшем может использоваться для корма скота. С экономической точки зрения переработка послеспиртовой барды в сухие корма имеет высокую рентабельность. Как уже говорилось, в качестве исходного сырья используются отходы спиртовых заводов, поэтому себестоимость получаемых кормовых дрожжей существенно ниже, чем фуражного зерна. Это снижает затраты сельхозпроизводителей на корма и, соответственно, уменьшает себестоимость конечной продукции.

Ключевые слова: этиловый спирт, ферментный препарат, спиртовая барда, комбикорм, лигниноцеллюлозные отходы.

Введение. Комбикормовая промышленность играет важную роль в удовлетворении потребностей населения в продуктах питания.

Одним из основных направлений, обеспечивающих развитие сельского хозяйства и наращивание производства продуктов питания, является интенсификация животноводства на основе развития и укрепления кормовой базы, сокращение затрат на производство продукции. Достигнутый уровень производства комбикормов сдерживается из-за дефицита и дороговизны сырья. Поиск новых, нетрадиционных, дешевых сырьевых ресурсов является актуальной задачей для комбикормовой промышленности. [3]

Значительное место в восполнении дефицита сырья занимают отходы и побочные продукты сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей промышленности. Комплексная переработка сельскохозяйственного сырья и рациональное использование отходов с целью превращения их в реальные источники для комбикормовой промышленности обеспечат максимальную эффективность его переработки и сделают основное производство безотходным. [7,8]

В современном кормопроизводстве на долю растительного сырья приходится до 80 % от общего объема корма. Следует также отметить, что наибольшая часть в этом объеме принадлежит зерновым - до 50...60 %. Такое нерациональное использование зерна лишь усугубляет трудное продовольственное положение в стране. [1,2]

При изучении зарубежного опыта по кормопроизводству было выявлено, что в экономически развитых странах рационы сельскохозяйственных животных содержат злаковые культуры от 20 до 40 %. При этом питательная ценность комбикормов обеспечивается за счет использования сырья, полученного при переработке побочных продуктов различных отраслей промышленности. На долю этого сырья приходится от 10 до 30 % общего объема корма. [5]

Отечественная комбикормовая промышленность традиционно использует в производстве комбикормов продукты и отходы, образующиеся при переработке сельскохозяйственного сырья, такие как: шроты и жмыхи подсолнечные, хлопковые, соевые и др., отруби, мучки и т.д. Содержание их в рационах не превышает 10...20 %, однако, в настоящее время это сырье является дорогим и дефицитным.

В связи с этим большое значение в решении проблем кормопроизводства приобретают нетрадиционные виды сырья. [2,4]

Нетрадиционными можно считать биогенные отходы сельскохозяйственного и промышленного производства. Эти отходы или побочные продукты, обладая ценными питательными свойствами, являются загрязнителями окружающей среды в силу отсутствия соответствующих технологий для их полной утилизации с целью применения в кормопроизводстве. К ним можно отнести:

- лигниноцеллюлозные материалы отходы деревообрабатывающей промышленности;
- кератиновые отходы;
- отходы кожевенного производства;
- вторичные ресурсы рыбной и сахарной промышленности;
- экскременты сельскохозяйственных животных и птиц;
- городские и кухонные отходы;
- побочные продукты и отходы перерабатывающих отраслей пищевой промышленности и т.д. [10,11]

Комплексная переработка вторичного сырья и рациональное использование отходов с целью превращения их в реальные источники для комбикормовой промышленности обеспечат возможность вовлечения в производственный процесс этих побочных продуктов, что позволит получить максимальный эффект переработки сельскохозяйственного сырья, снизить себестоимость готовой продукции, повысить рентабельность производства и его экономическую эффективность, а также улучшить экологическую обстановку страны путем устранения негативного влияния предприятий АПК на окружающую среду, прежде всего, на водные и земельные ресурсы, и повсеместного внедрения мало- и безотходных технологий. [3,6,7]

Материалы и методы исследований. Основным объектом исследования были взяты: пшеница, спиртовая барда, полученная в результате переработки зерна пшеницы на спирт по традиционной и новой технологии, ферментный препарат целлюлолитического действия Целловиридин ГЗх, комбикорма, содержащие в своем составе кормопродукт из спиртовой барды.

Методы определения физических свойств сырья и готовой продукции:

Отбор проб сырья и готовой продукции проводили по ГОСТ 13496.0-2016 Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы отбора проб.

Органолептические показатели сухой спиртовой барды определяли по следующим методикам: запах - в результате прогрева спиртовой барды в фарфоровой чашке, накрытой стеклом, на кипящей водяной бане в течение 5 минут по ГОСТ 9268-2015, цвет - при размешивании образца на белой бумаге при рассеянном свете.

Определение скорости истечения продукта осуществляли на лабораторной установке, работающей следующим образом:

В воронку, подвешенную на штативе на расстоянии (S) 30 см от поверхности рабочего стола, засыпали исследованный продукт. При помощи секундомера определяли время прохождения продукта через воронку.

Угол естественного откоса и объемную массу определяли по ГОСТ 28254-2014.

Для определения крошимости гранулированных комбикормов по ГОСТ 28497-90 применяли лабораторную установку марки ППГ - 2 и лабораторные технические весы.

За показатель крошимости гранул принимали разность между первоначальной массой гранул и массой гранул после испытания, выраженную в процентах.

Влажность комбикорма определяли путем высушивания образцов в малогабаритном электросушильном шкафу СЭШ -1 при температуре 130° С по ГОСТ Р 57059-2016 и на приборе Чижовой. [1]

Результаты и обсуждение. Производство спирта складывается из нескольких, последовательно протекающих, процессов:

• разваривание зерна с водой с целью нарушения клеточной структуры и растворения крахмала;

• охлаждение разваренной массы и осахаривание крахмала ферментами солода (пророщенного зерна) или культурами плесневых грибов;

• сбраживание сахаров дрожжами в спирт;

• отгонка спирта из бражки и его ректификация.

В настоящее время в спиртовой промышленности известны перспективные способы получения спирта, предусматривающие дифференцированную переработку зерна.

Известно, что углеводы составляют главную часть зерна пшеницы, примерно две трети. Крахмал зерна под действием дрожжей и ферментов гидролизуется до Сахаров, а затем из него в процессе брожения образуется спирт. Доступность крахмала зерна и превращение его в спирт в определенной степени зависит от биохимического состава зерна пшеницы. Зерновые оболочки прочно связаны с ядром и затрудняют доступ ферментов к крахмальным зернам, находящихся в эндосперме. Кроме того, они содержат в своем составе большое количество некрахмалистых полисахаридов (НПС), не принимающих участие в производстве спирта и являющихся балластом, снижающим качество конечного продукта.

Предлагается осуществлять разделение основного сырья (зерна) на две фракции: периферийную часть, состоящую в основном из НПС, и эндосперм, содержащий крахмал. Гидролиз первой фракции проводят под действием ферментов целлюлаз, вторую фракцию гидролизуют амилазами, затем их соединяют и направляют на брожение. При этой технологии выход спирта значительно повышается, однако вопрос о качестве остается не решенным. В работе проведена сравнительная оценка методов, позволяющих выделить некрахмальную фракцию как у нативного зерна, так и из зерна после соответствующей обработки с целью изменения реологических свойств. Данная работа осуществлялась параллельно и касалась конкретно воздействия на зерно пшеницы с целью дальнейшего использования полученных отходов производства для создания нового кормового продукта.

Полученные по новой технологии отходы производства могут быть использованы как вторичное сырье для создания кормопродукта.

Предварительная обработка зерна, отделение оболочек, процесс производства спирта из измельченного чистого зерна существенно изменяют качество как зерновых оболочек, так и барды.

Изучение влияния технологических операций новой технологии производства спирта на качество этих отходов позволит раскрыть механизм преобразования углеводов, выбрать наиболее рациональные режимы предварительной обработки зерна и создать качественно новый кормовой продукт из оболочек и спиртовой барды.

В качестве объекта исследований использовали зерно пшеницы, биохимический состав которого приведен в табл.1

Из данных таблицы видно, что образцы пшеницы друг от друга отличаются незначительно, состав характерен для фуражного зерна пшеницы. Данные таблицы приведены без указания места произрастания и года урожая, так как в задачу работы не входило определение зависимости химического состава зерна от агротехнических и климатических условий выращивания.

Табл. 1. **Биохимический состав зерна пшеницы**

Показатели на СВ.	Массовая доля, %							
	Влаги	Белка	Крахмала	Жира	Золы	Свободных Сахаров	Клетчатки	Геми-целлю-лозы
Образцы:								
1	15,15	12,75	55,75	1,65	2,05	1,24	1,60	7,58
2	15,00	12,40	56,40	1,72	1,98	1,56	1,65	7,27

Зерно пшеницы, согласно новой технологии производства спирта «Люкс», проходит последовательно следующие стадии: предварительную обработку ферментным препаратом, подсушку, шелушение, отделение «чистого зерна» от оболочек и его измельчение.

В работе было изучено влияние предварительной обработки зерна ржи от условий биотехнологической обработки.

Так как зерно пшеницы имеет отличные от зерна ржи биохимические свойства, то необходимо было изучить, как влияет предварительная обработка на процесс выделения фракции оболочек, как изменяется их углеводный состав, а также - каковы оптимальные режимы обработки.

Такое целенаправленное воздействие на периферическую часть зерна пшеницы позволит подготовить его к процессу шелушения, а также повышает его питательность.

Для осуществления воздействия на оболочку зерна пшеницы использовали ферментный препарат целлюлолитического действия Целловиридин ГЗх 500+50 ед/г.

Изучение процесса биообработки зерна пшеницы

На этой стадии исследовалось влияние режимов биообработки ферментным препаратом целлюлолитического действия (Целловиридином ГЗх 500±50 ед/г) на изменение влажности и продолжительности сушки зерна пшеницы.

Известно, что основными факторами, влияющими на активность ферментного препарата, являются: температура, кислотность среды и продолжительность воздействия.

С целью изучения влияния этих факторов рассматривали следующие параметры биообработки зерна пшеницы: дозировку ферментного препарата Целловиридина ГЗх 500±50 ед/г - 0,5 %, температуру tобр. = 20 и 50 °С, кислотность среды pH 4,7 и 7,0 и продолжительность биообработки тобр. = 0,5; 1;0 2;0 3,0ч.

В результате биообработки зерно увлажнялось и перед его шелушением осуществляли подсушивание до влажности - 13...14 %. Сушка зерна проводилась конвективным методом при температуре сушильного агента tea. -80 °С, скорости Vc.a. - 1 м/с в течение 60...100 мин (до постоянной массы). Полученные данные сведены в таблицу 2.

Содержание влажности и продолжительности сушки зерна пшеницы при предварительной биообработке ферментным препаратом Целловиридином ГЗх 500±50 ед/г

№ п\п	Определяемые показатели	Продолжительность биообработки τобр, Ч	Режимы биообработки зерна пшеницы			
			Температура, $t_{обр}$ °С			
			20		50	
			Кислотность, pH			
			7,0	4,7	7,0	4,7
1	Влажность зерна, W,%	0 0,5 1,0 2,0 3,0	13,0 15,0 17,0 18,2 20,0	13,0 16,0 17,5 18,5 20,0	13,0 16,5 17,8 19,0 20,0	13,0 17,1 19,1 20,6 20,7
2	Продолжительность сушки, τ сушки, мин.	0,5 1,0 2,0 3,0	50,0 58,0 75,0 90,0	40,0 44,0 52,0 60,0	54,0 63,0 80,0 100,0	44,0 49,0 59,0 68,0

Технология производства кормопродукта из спиртовой барды. На основе проведенных исследований, разработана принципиальная технологическая схема производства кормопродукта из спиртовой барды, (рис. 1) [1]

Принципиальная схема состоит их трех блоков:

– I блок включает в себя подготовку зерна по новой технологии производства спирта;

– II блок состоит из этапов непосредственного производства спирта;

– III блок относится к производству кормопродукта из спиртовой барды.

Зерно из бункера для неочищенного зерна, проходя через весовые дозаторы, с помощью шнека поступает на автоматические весы. В I блоке сырье очищается от посторонних и металломагнитных примесей. После очистки зерно не должно содержать металлических примесей, содержание минеральных примесей допускается в количестве не более 1,0 %.

Очищенное зерно направляется на биотехнологическую обработку, которая заключается в его биообработке раствором ферментного препарата в течение 2 ч при температуре t = 50°С, кислотности среды - 4,7 pH и сушке до исходной влажности. На этой стадии используют оборудование,

предназначенное для гидротермической обработки зерна на мукомольных и крупяных предприятиях. Это увлажняющие (водоструйные и водораспыливающие) машины и аппараты, которые обеспечивают равномерное увлажнение поверхности зерна, дают возможность оперативно регулировать расход жидкости в зависимости от массового расхода зерна и задаваемой степени его увлажнения. Сушка зерна до исходной влажности осуществляется конвективным способом в шахтных сушилках.

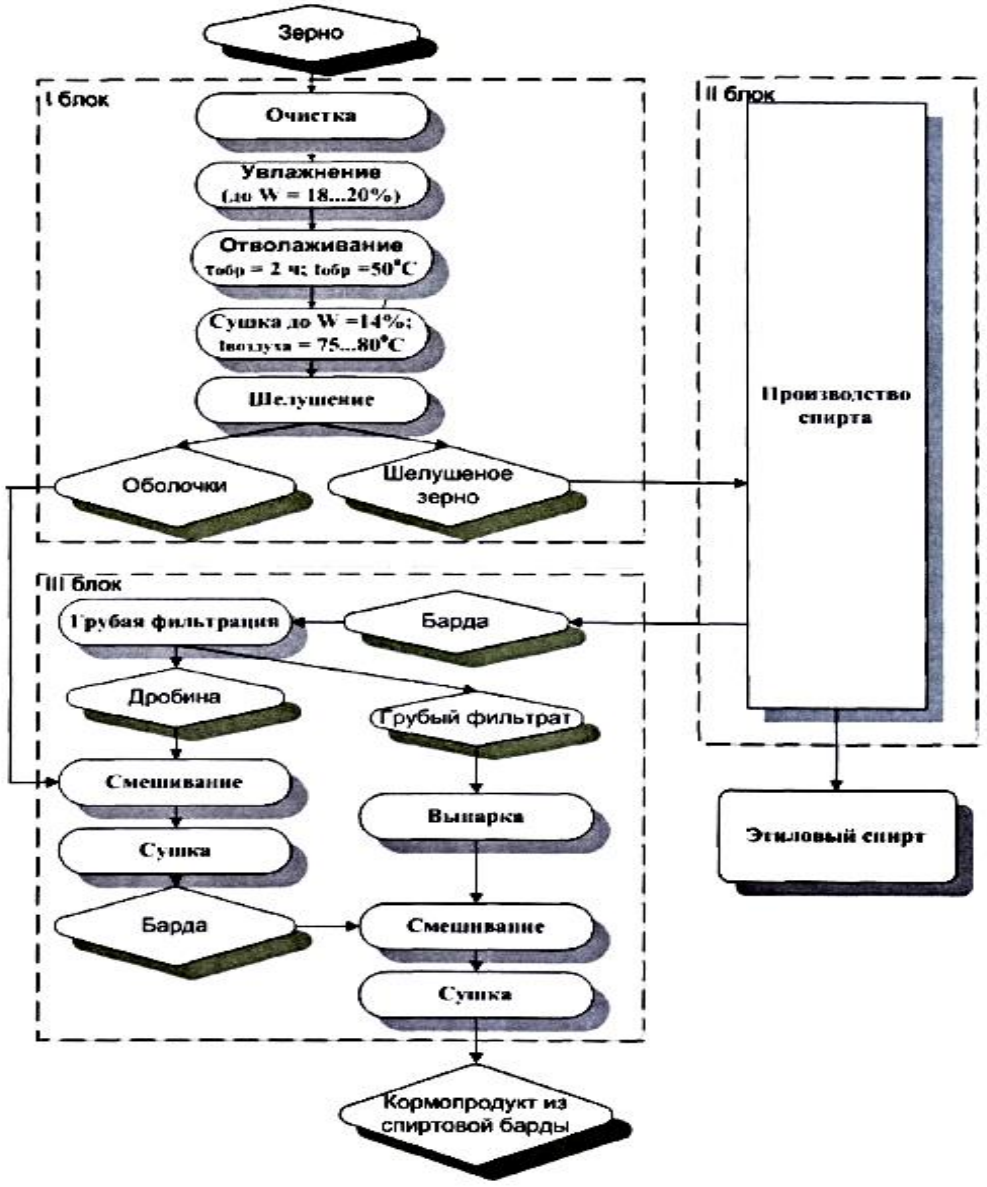


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема производства кормопродукта из спиртовой барды

Обработанное таким образом зерно направляется в накопительный бункер, откуда через контрольные весы подается в шелушильную машину для фракционирования. Фракцию эндосперма подвергают измельчению на молотковой дробилке или вальцовом станке. Фракцию из оболочек (периферических частей) отделяют воздушным потоком в количестве 15 % от общей массы зерна и подают в сборник.

Шелушеное зерно поступает на производство спирта (II блок), которое осуществляется по принятой технологии. На этапе перегонки и ректификации бражки образуется этиловый спирт и барда, которая далее попадает на грубую фильтрацию, где происходит отделение грубого фильтрата от дробины.

В III блоке принципиальной схемы выделенная дробина через промежуточный бункер шнековым дозатором поступает в смеситель периодического действия, куда через шнековый дозатор вводятся оболочки в количестве 15 %. Смешивание осуществляется в течение 18 мин при частоте вращения рабочего органа смесителя n = 50 1/мин. Полученная смесь с влажностью W = 220 % через промежуточный бункер

направляется в

вальцовую сушилку. Кондуктивная сушка проводится при температуре греющей поверхности t = 150 °С , толщине слоя продукта на валках сушилки 5 = 0,3 мм. Высушивание проводится в течение 20 с. Грубый фильтрат, выделенный при фильтрации из барды, собирается в промежуточной емкости, далее проходит выпарку в роторно-пленочном испарителе с уменьшением объема в 3 раза, после чего направляется в оперативную емкость, из которой с помощью насоса-дозатора и расходомера вводится в смеситель, куда одновременно направляется шнековым дозатором высушенная барда с влажностью 6 ...9 %. В смесителе смешивание проводят в течение 18 мин при частоте вращения рабочего органа смесителя n = 50 1/мин. Влажность продукта после смешивания сухого продукта с грубым фильтратом составляет *W*= 220 %. Увлажненный кормопродукт из спиртовой барды через промежуточный бункер шнековым питателем направляется на вальцовую сушилку, где осуществляется его сушка до влажности 6...9 %. После сушки кормопродукт загружается в бункера, где происходит его охлаждение, и далее направляется на весовыбойный аппарат или на отпуск россыпью в кормовозы.

Принципиальной технологической схемой также предусматривается возможность получения кормопродукта из спиртовой барды, полученной по традиционной технологии производства спирта. Исследованиями доказана возможность повышения питательности барды с помощью ферментного препарата. Эта обработка осуществляется в III блоке схемы на этапе смешивания. В этом случае, в смеситель подается ферментный препарат и далее осуществляется отлежка дробины в течение 2 часов, необходимая для гидролиза клетчатки, затем все последующие операции проводятся аналогично. Принципиальная технологическая схема производства кормопродукта из спиртовой барды, полученной по классической технологии производства спирта, состоит из II и III блоков, I блок исключается.

Выводы. Изучение химического состава, технологических свойств кормопродукта из спиртовой барды выявило его высокую биохимическую ценность, что позволяет его рекомендовать для использования в рационах и рецептах комбикормов как высокобелковый вид сырья, а также в качестве связующего вещества, способствующего повышению прочностных характеристик. Производство кормопродукта из спиртовой барды по разработанной технологии позволяет снизить дефицит и осуществить замену дорогостоящего высокобелкового сырья в рационах и рецептах комбикормов, удешевить продукцию комбикормовой промышленности, повысить рентабельность животноводческой продукции. Производство кормопродукта на спиртзаводе позволяет решить проблему утилизации спиртовой барды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Яровенко В.Л., Маринченко В.А., Смирнов В.А., Технология спирта, – М.: Колос-Пресс, 2002

[2] Афанасьев В.А. (ред.) Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов. Том 2 Воронеж, 2008. — 294 с.

[3] Афанасьев В.А., Орлов А.И. Система технологических процессов комбикормового производства, Изд. 2-е. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. — 108 с.

[4] Бизнес-план: Производство комбикормов, Алматы: Фонд развития предпринимательства «Даму», 2012.

[5] Рожнов Е.Д., Каменская Е.Д., Обрезкова М.В. Технология отрасли. Производство спирта и ликероводочных изделий, — Бийск: Изд- во АлтГТУ, 2013. — 162 с.

[6] Привалова Е.А. Технологические расчеты в бродильных производствах, — Уфа: УГАЭС, 2009. — 79 с.

[7] Askarbekov E. Comparative of industrial strains of dry yeast in simulated difficult conditions of industrial fermentation of sweet sorghum syrup, BIOSCIENCE RESEARCH, 2018 15(2): 1048-1062.

[8] Цыганков П.С., Цыганков С.П. Руководство по ректификации спирта. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 400 с

[9] Кретов И.Т., Антипов С.Т., Шахов С.В. Инженерные расчеты технологического оборудования предприятий бродильной промышленности – М.: Колос С, 2004.

[10] Фараджева Е.Д., Федоров В.А. Общая технология бродильных производств, – М.: Колос, 2002. — 408 с.

[11] Оноприйко А.В., Оноприйко В.А. Коньячный спирт: получение, выдержка, использование. Учебное пособие – Ставрополь, 2002

[12] Оноприйко А.В., Оноприйко В.А. Пищевой спирт: получение, очистка и использование. Учебное пособие. – Ставрополь, 2001

[13] Позняковский В.М., Помозова В.А., Киселева Т.Ф., Пермякова Л.В. Экспертиза напитков. Качество и безопасность, Сибирское университетское издательство: Новосибирск, 2007.

[14] Привалова Е.А. Технологические расчеты в бродильных производствах, — Уфа: УГАЭС, 2009. — 79 с.

[15] Нечаев А.П., Шуб И.С., Аношина О.М. и др. Технологии пищевых производств, М.: КолосС, 2005. — 768

Шокай У., Кожагулов О., Аскарбеков Э.

Спирт бардасынан жем-шөп өнімдерін өндіру технологиясын әзірлеу

Түйіндеме. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының аграрлық саласында мал шаруашылығының жемшөп базасын құру үшін қосымша ресурстарды пайдалану туралы мәселе өзекті болып отыр. Сұйық спирттен кейінгі барда-спиртзауыттың қалдықтары. Барданы кептіру кезінде құрғақ түйіршіктелген жем-шөп өнімі алынады, ол одан әрі мал азығы үшін пайдаланылуы мүмкін. Экономикалық тұрғыдан қарағанда, спирттен кейінгі барданы құрғақ жемге қайта өңдеу жоғары рентабельділікке ие. Бұған дейін айтылғандай, бастапқы шикізат ретінде спирт зауыттарының қалдықтары пайдаланылады, сондықтан алынатын жем ашытқыларының өзіндік құны жемдік астыққа қарағанда айтарлықтай төмен. Бұл ауыл шаруашылығы өндірушілерінің жемге кеткен шығындарын төмендетеді және сәйкесінше соңғы өнімнің өзіндік құнын азайтады.

Түйінді сөздер: этил спирті, ферменттік препарат, спирттік барда, құрама жем, лигниноцеллозды қалдықтар

УДК 620.9 (470.21)

B.T.Abykanova[1], A.K.Sariyeva[2], K.B.Kabiden[3], B.A.Murynov[4]
([1.3,4] Kh. Dosmukhamedov Atyrau state university, Atyrau, Kazakhstan
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail:kabidenov.k@yandex.ru)

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF OPTIMIZATION OF ENERGY EFFICIENCY OF OPTIMIZATION

Abstract. This article explains the need for sustainable growth of prices for natural energy resources, reduction of air emissions and greenhouse gas emissions, as well as the need to solve energy conservation and energy efficiency issues. It is assumed that in the course of international practice of increasing energy efficiency and in the study of similar companies at the level of private industrial enterprises, their interaction is assumed. Experimental analyzes are performed to confirm this.

Key words: Energy efficiency, energy saving, KEGOC JSC, line losses

Б.Т.Абыканова[1], А.К.Сариева[2], К.Б.Кабиден[3], Б.А.Мурынов[4]
([1.3,4] Х.Досмұхамедова атындағы Атырау мемлекеттік университеті
Атырау, Қазақстан Республикасы,
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, mail: kabidenov.k@yandex.ru)

ЭНЕРГИЯНЫ БАСҚАРУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ АРҚЫЛЫ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Андатпа Бұл мақалада табиғи энергия ресурстарына бағаның тұрақты өсуі, атмосфераға зиянды заттар мен парникті газдар шығарындыларының төмендеуі, энергияны үнемдеу және энергия тиімділігі мәселелерін шешу қажеттілігі түсіндіріледі. Энергия тиімділігін арттырудың халықаралық тәжірибесін жүргізген кезде және жеке өнеркәсіптік кәсіпорындар деңгейінде ұқсас компанияларды зерттеу кезінде олардың өзара ықпалы туралы болжам жасалды. Оны растау үшін тәжірибелік талдаулар жүргізіледі.

Кілттік сөздер: энергия тиімділігі, энергия үнемдеу, KEGOC АК, желідегі шығындар

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта кез келген өнеркәсіптік кәсіпорында энергия үнемдеудің негізгі бағыты негізгі өндірістің жұмыс істеуіне энергия ресурстарының шығынын азайту және оңтайландыру болып табылады. Энергия үнемдеудің басқа бағыты желдету, жылыту, автокөліктермен және тетіктермен моторлы отын шығынын оңтайландыру және су шығынын төмендету және оңтайландыру, сондай-ақ ғимараттар мен құрылыстарды кондиционерлеу болып табылады [1]. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жұмыс істеу тиімділігі, ең алдымен, жалпы шығындардағы энергетикалық ресурстарды сатып алуға жұмсалған шығындардың үлесімен анықталады, бұл өнімнің өзіндік құнына әсер етеді. Бұл үлес төмен болған сайын, кәсіпорын табысының деңгейі соғұрлым жоғары және отын-энергетика ресурстарын пайдалану тиімділігі соғұрлым жоғары болатынын көрсетеді [2].

Біздің ел экономикасының өсуі әлемдік экономикалық және қаржылық дағдарыстар жағдайында да энергия тапшылығымен тежелмеуі тиіс, сондықтан да энергия үнемдеу бүгінгі күні шығынды аз тәсілмен және қысқа мерзімде (өндіруші салалардың құрылысымен салыстырғанда) құрылыс пен өнеркәсіптің өсу қарқынын төмендетпей, энергия тұтынуды төмендетуге және дамыған елдердің ЖІӨ-нің (жалпы ішкі өнім) энергия сыйымдылық көрсеткіштеріне қол жеткізуге мүмкіндік беретін баламасыз және жалғыз құрал [1].

Жыл сайын Қазақстанда жалпы тұтынудан жарықтандыру қажеттілігіне тоғыздан бір бөлігі жұмсалады, сондықтан жарықтандыруға энергия шығынын төмендету энергия тұтынуды төмендету бойынша басым бағыттардың бірі болып табылады. Energyprom.kz энергетикалық қызметінің мәліметінше, егер 2016 жылдың 1-тоқсанындағы Қазақстандағы электр энергиясын тұтынуды қарастыратын болсақ, тұтыну 24,4 млрд кВт / сағ құраған. Жарықтандыру үшін электр энергиясының құнын есептеу кезінде шамамен 3,2 млрд кВт / сағ шығады. Көмірқышқыл газының бұл мөлшері климаттың өзгеруіне, сонымен қатар көптеген ауруларға әкеледі. Жарықтандыру үшін энергия шығынын азайту парниктік газдар шығарындыларының экологиялық жағдайын едәуір жақсарта түсетіні анық. Осыған байланысты жарықтандыру жүйесінің тиімділігін арттыру өзекті мәселеге айналуда. Тұтастай алғанда, бұл елдің энергетикалық балансына және электр станцияларының жұмысымен туындаған экологиялық жағдайға оң әсер етеді [3].

Қазақстан Республикасының қалаларында мемлекеттік сектордағы 10000-нан астам кәсіпорындар мен ұйымдардың айтарлықтай энергия үнемдеу әлеуеті бар, өйткені олар жылу энергиясын желдету жүйелерінде, ғимараттарды ыстық сумен жабдықтау және жылыту жүйелерінде ұтымсыз пайдаланумен байланысты жоғары жылу тұтыну нормаларына ие. Әсіресе жылу шығындары «жұмсақ қыста», жұмыстан тыс және жылыту маусымының «өтпелі кезеңінде» қызып кетумен байланысты [4].

Қазақстан Республикасының қалаларындағы 100-ден астам бюджеттік ұйымдарды зерттеу нәтижелері бойынша жүргізілген сауалнама нәтижелері бойынша жүргізілген бюджеттік қатынастардағы энергия тиімділігі мен энергия үнемдеудің жай-күйіне жасалған талдау, мұнда коммуналдық қызметтерді төлеу құнының 25-тен 40 пайызына дейін құрайтынын және үлгілік энергия үнемдеуші іс-шаралардың өзін-өзі ақтау мерзімі қолданыстағы тарифтердің өзінде бюджеттік ұйымдарда 3 жылдан аспайтын уақытты құрайтынын көрсетеді [2].

Электр энергиясымен байланысты жұмыстардың арқасында айтарлықтай нәтижелерге қол жеткізуге болады. Қыздыру лампалары мен заманауи шамдардың орнына заманауи энергия үнемдейтін шамдарды орнатқан жөн. Бұл ретте тұтынылатын электр қуаты дәл осындай жарық бергенде 3-5 есе төмендейді. Бұл шаралардың өтелу мерзімі 1,5-2,5 жылдан аспайды.

Көп жағдайда осы қалыптасқан жағдай энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру рөлінің басым болуымен тек қазіргі даму міндеттерін шешу тұрғысынан ғана түсіндірілуі мүмкін. Бұл зерттеу тақырыбын таңдауға әсер етті, олардың дамуы жағдайында өнеркәсіптік кәсіпорындардың энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру тетіктерін қалыптастыруға бағытталған бірқатар теориялық және әдіснамалық мәселелерді шешудің өзектілігін анықтады. Бюджеттік саланың кез келген ұйымдарында энергия үнемдеу бойынша іс-шараларды әзірлеумен қаланың бюджеттік мекемелерінің энергия аудиті үлкен әсер береді. Тек энергия аудиті ұйымдастыру іс-шараларын әзірлеу есебінен коммуналдық қызметтер үшін төлемнен 4-6% үнемдеуді қамтамасыз ете алады [6].

Демек, республиканың бюджеттік ұйымдарының энергия үнемдеудің жалпы әлеуеті тұтынылатын энергия ресурстарының кемінде 25-30%-ын құрауы мүмкін, ал республиканың бюджеттік саласында өзін-өзі ақтайтын мерзімі 2 жылға дейін ғана энергия үнемдейтін іс-шараларды енгізу коммуналдық қызметтерді төлеуге бөлінетін бюджет қаражатының 20% - ына дейін үнемдеуі мүмкін. Сонымен қатар, типтік энергия үнемдеу іс-шараларының өтелу мерзімі қолданыстағы тарифтердің өзінде де бюджеттік ұйымдарда 1,5 жылдан 4 жылға дейін болады.

Бюджеттік ұйымдарда энергия үнемдеу іс-шараларын енгізу жолында бюджет саласы қызметкерлерінің энергия үнемдеу саясатын жүргізуге мүдделілігінің болмауы, энергия үнемдеуге экономикалық ынталандырудың болмауы және энергия үнемдеу саласында кәсіби даярланған кадрлардың болмауы маңызды жүк болып табылады.

Қазақстан Республикасы энергетикасының сандық қатынастардағы жай-күйі осындай. 2000 жылдары Қазақстан экономикасының дамуы электр энергиясына сұраныстың 2001 жылдан бастап орташа есеппен жылына 4,9%-ға тұрақты өсуіне әкелді (2008-2009 жж.қоспағанда). 2001-2011 жылдары электр энергиясын өндіру 49,2% - ға, ал оны тұтыну 53,9% - ға өсті. 2012 жылдың

қорытындысы бойынша өндіріс 90,24 млрд кВт/сағ, ал республикадағы электр энергиясын тұтыну 91,44 млрд кВт/сағ құрады[2].

Дүниежүзілік банкті зерттеуде біртұтас жүйе елдерінің электр энергетикасындағы нарықтық қатынастар жоғары деңгейде дамығандығы айтылған. Сондықтан бірыңғай жүйенің тәжірибесіне сәйкес келетін тарифтік реттеуге жүз пайыздық көшу осы саладағы нарықтық қатынастарға толық көшуді білдіреді. 27 қаңтар 2017 "Самұрық-Қазына" Трансформация бағдарламасы айтарлықтай түзетілді және өңделді. Оның орнына 2019 жылға дейін электр энергиясын беру және бөлу бойынша да, генерациялау бойынша да шекті тарифтер жүйесі ұзартылды. Дүниежүзілік банкті атап өткендей, осы тарифтік жүйе аясында бәсекелестік пен нарықтық қатынастарды дамыту мүмкін емес. Дүниежүзілік банкті зерттеуі электр энергиясына сұраныстың өсуі электр генерациялайтын және беретін жабдықтың жоғары тозуы, сондай-ақ 60-80% (!) қазақстанның энергетикалық жүйесі бойынша орта есеппен. Электр энергетикасының мүмкіндіктерін кеңейту және қалыпты жағдайда қолдау көрсету үшін Қазақстан Үкіметі 2030 жылға дейін салада $5,5 млрд (немесе жылына орта есеппен $325 млн) инвестиция қажет деп есептейді. Дүниежүзілік банкті бағалауы бойынша, бұл сома шамамен 8 есе көп болуы керек - $42 млрд (жылына $2,6 млрд).

Дүниежүзілік банкті зерттеуінде Kazenergy энергетикалық және мұнай-газ кешені ұйымдарының тәуелсіз қауымдастығының бағалауы бойынша электр энергетикасына қажетті инвестициялар сомасы $54 млрд және 2030 жылға дейін Үкіметтің бағалауынан 10 есе айырмашылығы бар деп айтылған [5]. Экономикалық тиімді және сенімді энергиямен жабдықтау тұтынушылардың барлық санаттарының қалыпты өмір сүруін қамтамасыз ету үшін үлкен маңызға ие. Жылу және электр энергиясын алу әлі күнге дейін негізінен қоры үлкен, бірақ шексіз емес отынның қазба түрлерін пайдалануға негізделеді. Бұл дәстүрлі энергетикалық ресурстарды үнемді және үнемді жұмсауды, энергия үнемдеу мен энергия тиімділігін арттыру жөніндегі іс-шараларды кеңінен енгізуді талап етеді. Энергия және ресурс үнемдеу экономика салаларының жұмыс істеу тиімділігін қамтамасыз ететін маңызды факторлардың бірі болып табылады. Оған жаңа техникалық шешімдерге уақтылы көшу, өнім сапасын арттыру, энергия үнемдеу жөніндегі іс-шараларды іске асыру, халықаралық тәжірибені пайдалану және басқа да шаралар арқылы қол жеткізіледі. Энергия үнемдеуші технологияларды енгізу отын-энергетикалық кешеннің тұрақтылығын арттыруға ықпал етеді, шығындардың төмендеуіне, экологиялық жағдайдың жақсаруына және қосымша қуаттарды енгізуге шығындардың төмендеуіне әкеледі. Айта кету керек, кейбір ұсынылатын іс-шараларды іске асыру транзитті жүзеге асыру бойынша шетелдік контрагенттердің мүмкіндіктері, жалпы кәсіпорынның экономикалық жағдайы, Қазақстан Республикасы Үкіметінің шешімдері және т. б. сияқты сыртқы факторларға байланысты.

1-кесте. **KEPCO, FGC, Fingrid және KEGOC энергетикалық компанияларын салыстыру**

№	Көрсеткіштің атауы	KEPCO	Fingrid	ФСК	KEGOC
1	Электр энергиясын желіге қабылдау (желіге жеткізу), млрд кВт.сағ	496	65	540	50
2	Желіні электрмен жабдықтауда% шығындар *	1,41	1,83	4,09	4,00**
3	Трансформатордың қуаты, мың МВА	285	21	333	36
4	Желідегі электрэнергиясының шығыны, млрд кВтсағ	18,3	1,3	21,3	2,8
5	Желідегі электрэнергиясының ысыраптарының трансформаторлық қуаттылық қақатынасы, млрд кВт / сағ / мың МВА	0,064	0,062	0,064	0,078
7	Қосалқы станциялардың қосалқы қажеттіліктері үшін электрэнергиясын тұтынудың трансформаторлық қуаттылық қатынасы, млн кВт · / мың МВА	-	-	2,9	2,3

1-кестеде келтірілген мәліметтер келесідей:

- KEPCO электр жеткізу желісіндегі электр энергиясының салыстырмалы шығындары KEGOC желісіндегі шығындардан шамамен 3 есеге аз, Фингрид желісіндегі шығындар 2 есе аз, ал FGC желісіндегі шығындар «KEGOC» АҚ желісіндегі шығындармен бірдей;

- қосалқы станциялардың қосалқы қажеттіліктері үшін электр энергиясын тұтынудың «KEGOC» және «FGC» трансформаторлық қуаттылығына қатынасы салыстырмалы және 20% -ға тең;

KEGOC-та тұрмыстық қажеттіліктерге электр энергиясын тұтыну FGC ұқсас көрсеткіштерімен салыстырғанда 6–13 есе жоғары екенін атап өткен жөн. Бұл «БЭЖ ЕБЖ» АҚ-да жөндеу жұмыстарының едәуір бөлігін үшінші тарап жүзеге асыратындығына байланысты.

Соңғы жылдары KEPCO магистральдық жүйесіндегі шығындар желінің жалпы шығындарының 40% құрайды және шамамен 1,4-1,6% құрайды. Мысалы, 2010 жылы тарату желісіндегі шығындар 2,41%, магистральдық желідегі шығындар 1,58% құрады.

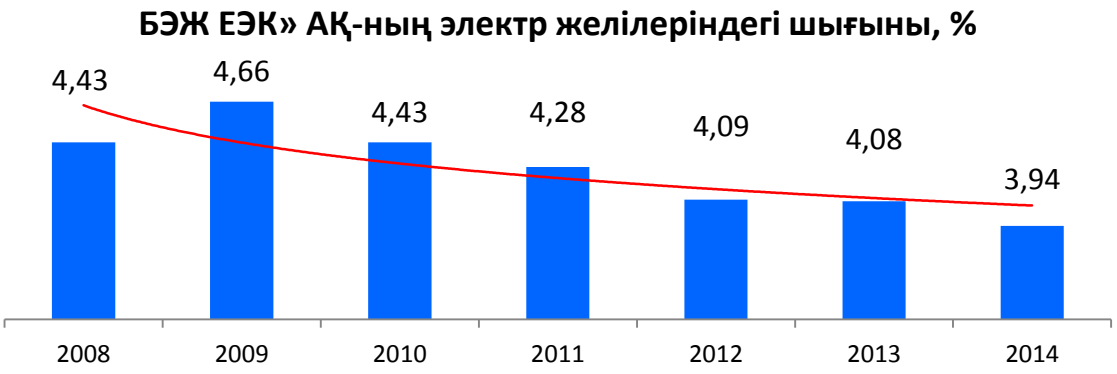
2008-2014 жылдардағы KEPCO магистральдық жүйесіндегі салыстырмалы шығындардың өзгеру динамикасы 1.1.1 суретте келтірілген KEPCO және FGC тәжірибесіне сүйене отырып, «KEGOC» АҚ ұзақ мерзімді және орта мерзімді перспективада желілік шығындарды азайтуға мүмкіндік береді [6].

Жетекші елдердің (Оңтүстік Корея, Ресей, Финляндия және т.б.) тәжірибесі көрсетіп отырғандай, желі арқылы беру кезінде электр энергиясының жоғалуын төмендетудің қажетті шарты электр энергиясының нақты теңгерімді нарығының болуы болып табылады. Электр энергетикасы нарығының болуы желідегі (Ресей) электр энергиясының шығынын азайтуға ықпал етеді.

KEGOC құрамына 10 филиал кіреді:

1. Ақмола ЖЭТ (Ақмола ЖЭТ).
2. Ақтөбе ЖЭТ (БҒМ актісі).
3. Алматы ЖЭТ (Алматы ЖЭТ).
4. Шығыс ЖЭТ (VMES).
5. Батыс ЖЭТ (ZMES).
6. Сарабай ЖЭТ (Сар ЖЭТ).
7. Солтүстік ЖЭТ (Солтүстік ЖЭТ).
8. Орталық ЖЭТ (СМЭК).
9. Оңтүстік ЖЭТ (UMES).
10. Жүйелік оператордың ұлттық диспетчерлік орталығы (NDC SO немесе NDC).

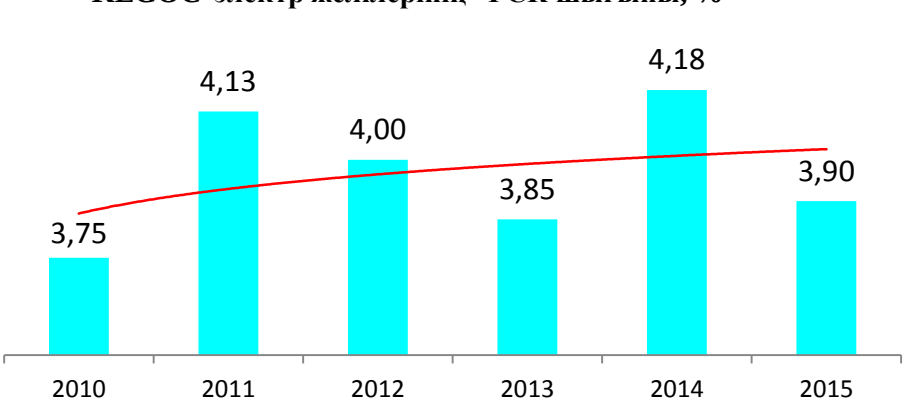
ҰДО БӨ бөлімшелері Атқарушы дирекция мен ЖЭТ ғимараттарын өз жұмысына пайдаланады, мотор отынын тұтынуды қоспағанда, ҰДО SO энергия ресурстарын тұтыну жеке куәлік пен ЖЭТ бөлігі ретінде ескеріледі.2 кесте - «KEGOC» АҚ желісіндегі электр энергиясының ысыраптарының құрылымы



1-сурет. «БЭЖ ЕЭК» АҚ-ның электр желілеріндегі 2008-2014 жылдарға арналған шығындардың өзгерісі

1-суретте «БЭЖ ЕЭК» АҚ әдіснамасы бойынша есептелген «KEGOC» АҚ электр желілеріндегі салыстырмалы шығындар көрсетілген. Осы сандардан «ЕЭС БЖК» АҚ және «KEGOC» АҚ-ның шығындары шамамен бірдей екенін көруге болады . Нәтижесінде, «БЭЖ ЕБЖ» АҚ-ның өткізу қабілеттілігі біршама жоғары және сәйкесінше шығындар аз болады.

Сонымен бірге, электр энергиясының салыстырмалы шығынын есептеу әдісіне қарамастан, «БЭЖ ЕБЖ» АҚ соңғы 7 жыл ішінде өз желісіндегі электр энергиясының салыстырмалы шығынын азайту бойынша тұрақты трендті қамтамасыз ете алғанын атап өткен жөн (2-сурет).



2 –сурет. «БЭЖ ЕЭК» АҚ әдіснамасына сәйкес есептелген «KEGOC» АҚ электр желілеріндегі 2008-2015 жылдарға қатысты шығындар

Компаниялар жұмыс істейтін елдердің электр энергетикасы нарығын талдау көрсеткендей, бұл нарықтардағы электр энергиясының құны тәулік уақытына байланысты: электр жүйесіндегі жүктеменің ең жоғары сағаттарында тұтынушылар үшін электр энергиясының бағасы ең жоғары, жүйеге минималды жүктеме сағаттарында электр энергиясының бағасы тұтынушылар үшін ең төмен болып табылады [7].

Қорытынды

Бұдан шығушы компанияның электр желісіндегі энергия шығынын едәуір төмендетудің негізгі және қажетті шарттарының бірі электр энергиясының нақты жұмыс істейтін теңдестірілген нарығының болуы (күндізгі нарық, спот-нарық және т.б.) болып табылады. Электр энергиясының теңгерімді нарығы жағдайында тұтынушыларға тұтынуды минималды сағаттарда көбейту және максималды сағатта тұтынуды азайту экономикалық тұрғыдан тиімді, осылайша тұтынушылардың күнделікті жүктеме кестесі біршама жақсарады және энергия жүйесінің максималды жүктемесі азаяды.

Жүктеме кестесін теңестіру және тұтынудың ең жоғары мөлшерін азайту үшін тағы бір ынталандыру электр қуатының нарығы болып табылады, мұнда қуаттың мөлшері максималды тұтынуға байланысты болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Григорьева С.В. Оптимизация светодиодных систем освещения с элементами робастного управления // Св. №2336 от 9.11.2016г.// г. Астана, РК «Об утверждении Программы «Энергосбережение – 2020» от 29 августа 2013 года № 904, направленное на снижение потребления электроэнергии за счет внедрения энергосберегающих технологий в области освещения.

[2] Каракулова А.Н. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности в экономике Казахстана//Статья магистранта МЭЭБ-12 ЗКАТУ им. Жангир хана.

[3] Садовская А. Об эффективности снижения Нормативных потерь электроэнергии (г. Алматы, 02.03.2012 г.) // Журнал «Вестник Энергетика» №2(41) от 05.12 г.

[4] Кузнецов Н.М., Клюкин А.М., Трибуналов С.Н. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Мурманской области // УДК 620.9 (470.21) // Центр физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН, 2016 г.

[5] Рахжанов Ж. Электроэнергетика в Казахстане: реформы наоборот// Статья экономиста Журнала «Forbes» от 27.03.2017 г.// https://forbes.kz/process/energetics/elektroenergetika_v_kazahstane_reformyi_naoborot.

[6] Кузнецов Н.М., Клюкин А. М., Трибуналов С.Н. Управление энергоэффективностью и энергосбережением//УДК 620.9, Центр физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН, 2016 г.

[7] Сариева А.К., Кулмаханова А.А., Есенсариев Н.О. Проблемы и перспективы повышения энергоэффективности путем оптимизации управления// Вестник КазНИТУ №1 (125), 220-224 с.,2018.

[8] Воротницкий В.Э., Калинкина М.А., Паринов И.А., Туркина О.В. Анализ факторов, влияющих на уровень потерь электроэнергии//Научно-технический и производственный журнал// Филиал ОАО «НТЦ электроэнергетики» - ВНИИЭ.

Абыканова Б.Т., Сариева А.К., Кабиден К.Б., Мурынов Б.А.

Проблемы и перспективы повышения энергоэффективности путем оптимизации

Резюме В статье объясняется необходимость устойчивого роста цен на природные энергоресурсы, сокращения выбросов в атмосферу и выбросов парниковых газов, а также необходимость решения вопросов энергосбережения и энергоэффективности. Предполагается, что в ходе международной практики повышения энергоэффективности и при изучении аналогичных компаний на уровне частных промышленных предприятий предполагается их взаимодействие. Экспериментальные анализы выполняются, чтобы подтвердить это.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, АО «KEGOC», линейные потери.

ҒТАМР 29.05.81

[1]Dzh.G.Dzhumamuhambetov, [2]N.G.Sadykova, [3]A.K.Sariyeva
([1,2]Kh. Dosmukhamedov Atyrau state university, Atyrau, Kazakhstan
[3]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: Dzhumamuhambetov@inbox.ru, nurgul.sadykova.95@bk.ru)

OPTICAL PROPERTIES OF SEMICONDUCTOR NANOPRARTICLES

Abstract: The article discusses the optical properties of semiconductor nanoparticles. The article investigates the optical properties of semiconductors in a nanosystem and the appearance of size effects with a decrease in the size of nano-objects. The quantum-size effect is taken into account when studying the sizes of nanostructures. The effect of quantum effects on the properties of nano-objects of various sizes was studied by the plasmonotron resonance method. The absorption spectra of liquid colloidal solutions were determined by the gas-phase method.

Key words: nanoparticles, colloidal solutions, absorption, plasmon, plasmotron resonance, level of Fermi, restricted area, optics.

[1]Д.Г.Джумамухамбетов, [2]Н.Ғ.Садықова, [3]А.К.Сариева
([1,2]Х.Досмұхамедова атындағы Атырау мемлекеттік университеті
Атырау, Қазақстан
[3]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,Алматы, Қазақстан
E-mail: Dzhumamuhambetov@inbox.ru, nurgul.sadykova.95@bk.ru)

ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада жартылай өткізгіш нанобөлшектерінің оптикалық қасиеттері қарастырылған. Мақалада наножүйедегі жартылай өткізгіштердің оптикалық қасиеттері және нанонысандардың өлшемі азайған кезде өлшемдік эффектілер пайда болатыны зерттелген. Нанокұрылымдар өлшемін зерттеген кезде кванттық-өлшемдік эффект қарастырылған. Өлшемдері әртүрлі нанонысандар үшін қасиеттеріне қарай кванттық эффектілердің әсерін плазмотрондық резонанс бойынша зерттелген. Газофазалық синтез әдісін қолданып сұйықталған коллоидты ерітінділердің жұтылу спектрлері анықталды.

Кілттік сөздер: нанобөлшек, сұйықталған коллоидты ерітінділер, жұтылу, плазмон, плазмотрондық резонанс, Ферми деңгейі, тыйым салынған аймақ, оптика.

КІРІСПЕ

Оптикалық қасиеттері өлшемдік әсермен анықталатын материалдардың тағы бір кең танымал түрі жартылай өткізгіштердің нанобөлшектеріне рұқсат етілген шынылар болып табылады. Мұндай әйнектер оптикалық сүзгілер ретінде заманауи технологияда кеңінен қолданылды. Дегенмен, іргелі тұрғыдан жартылай өткізгіш нанобөлшектердің қасиеттерінің өлшемге тәуелділігінің табиғатын түсіну әлі күнге дейін жеткіліксіз.

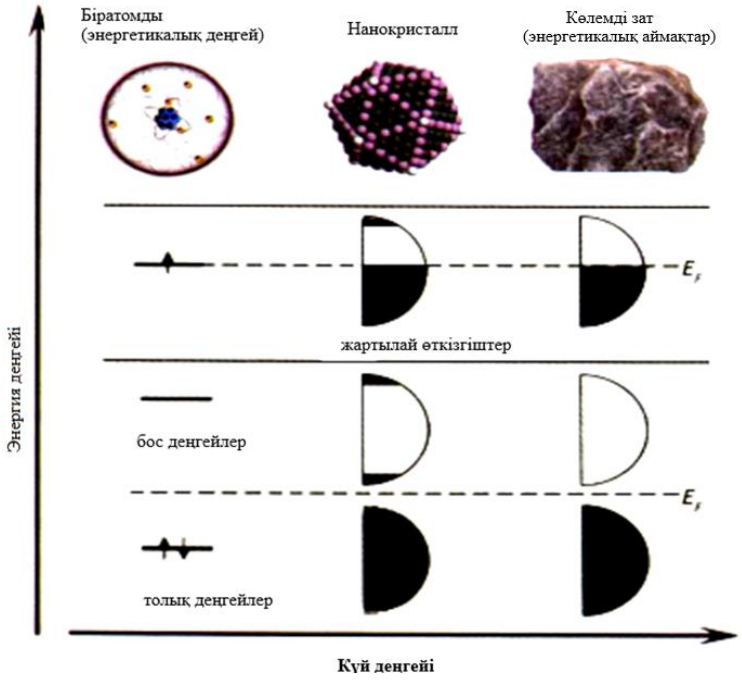
Жартылай өткізгіштердің электрондық қасиеттерінің бөлшектер өлшеміне тәуелділігінің эксперименталдық байқалатын әсеріне:

- ●бөлшектер мөлшерін азайтумен тыйым салынған аймақтың енін ұлғайту;
- ●бөлшектер мөлшерін азайтумен тереңдік деңгейдегі энергия ығысуы;
- ●тыйым салынған аймақтың кеңеюіне байланысты наноөлшемді жартылай өткізгіштердің кешенді диэлектрлік өткізгіштігінің едәуір азаюы.

Жартылай өткізгішті наножүйелердегі электромагниттік сәулеленуді жұтылу үдерістерінің толық теориялық сипаттамасы өлшемдік кванттау әсерлерінің болуына байланысты қиынға соғады.

Егер бір немесе бірнеше координаталар бойынша бөлшектің өлшемдері заряд тасығыштардың де Бройльдің толқын ұзындығы шамасымен және одан аз болса, онда жартылай өткізгіш бөлшектер резонатор болып табылады, ал заряд тасығыштардың спектрі дискретті болады. Жартылай өткізгіш наноқұрылымдар үшін кванттық өлшемді әсер металдар мен диэлектриктерге қарағанда әлдеқайда күшті. Сонымен қатар, жартылай өткізгіштер үшін нанобөлшектердің формасы де үлкен маңызға ие [1,3].

Жартылай өткізгіштердің қасиеттерінің мұндай айырмашылықтарын түсіндіру үшін қатты дененің аймақтық құрылымына бөлшектер мөлшерінің әсері зерттелді. Нанокристалды жартылай өткізгіштерде тыйым салынған аймақ енінің ұлғаюын айқындайтын әсем үлгі 1982 жылы Ал.Эфрос және А. Эфрос ұсынған өлшемдік кванттау теориясы болып табылады. Ол нанокристаллдарындағы негізгі экситонды жұтудың "көк жылжу" тәуелділігі бойынша А.И.Екимов пен А.А.Онущенконың эксперименталдық дерек теріне негізделеді. Жекелеген атомдардан бөлшектер пайда болған кезде атомдық деңгейлер жалпыланған молекулалық орбиталдарды қалыптастырады, содан кейін қатты денеге тән аймақтық құрылымға бөлінеді. Бұл ретте делокализация көп жағдайда энергетикалық аймақтың орталығы ұшырайды, ал аймақтың шеттері бойынша бөлшектердің аз мөлшері кезінде энергетикалық деңгейлердің оқшауланууы байқалады. Яғни аймақ орталығы үздіксіз электронды тығыздыққа ие, ал шеттері дискретті деңгейден тұрады (сурет 1). Металл нанобөлшектер үшін Ферми деңгейі аймақтың ортасында жатыр және өлшемдік фактордың көрінісі жеткілікті әлсіз. Осылайша, бірнеше Кельвин градустан жоғары температурада металл бөлшектерінің мөлшерін (Ферми деңгейі аймақтың ортасында жатқан) 3-5 нм дейін азайту көлемдік металдармен салыстырғанда олардың электрондық құрылымының өзгеруіне әкелмейді. Екінші жағынан, жартылай өткізгіштерде Ферми деңгейі энергетикалық аймақтар арасында жатыр, және дәлірек аймақтардың шеттері оптикалық және электрлік қасиеттерді анықтайды. Осылайша, аймақтар арасындағы оптикалық өтпелер 20-30 нм дейінгі жартылай өткізгіш бөлшектерінің өлшемдеріне қатты тәуелді, ал аймақтың ірі бөлшектерінің толық үздіксіз энергетикалық спектрі бар. Сонымен қатар, нанокристалл мөлшерін азайтумен электрондық және шаңды аймақтардың ені азаяды, бұл оптикалық өткелдердің жалпы энергиясының өсуіне әкеледі.



1 –сурет. Энергетикалық деңгейінің оқшауланууы

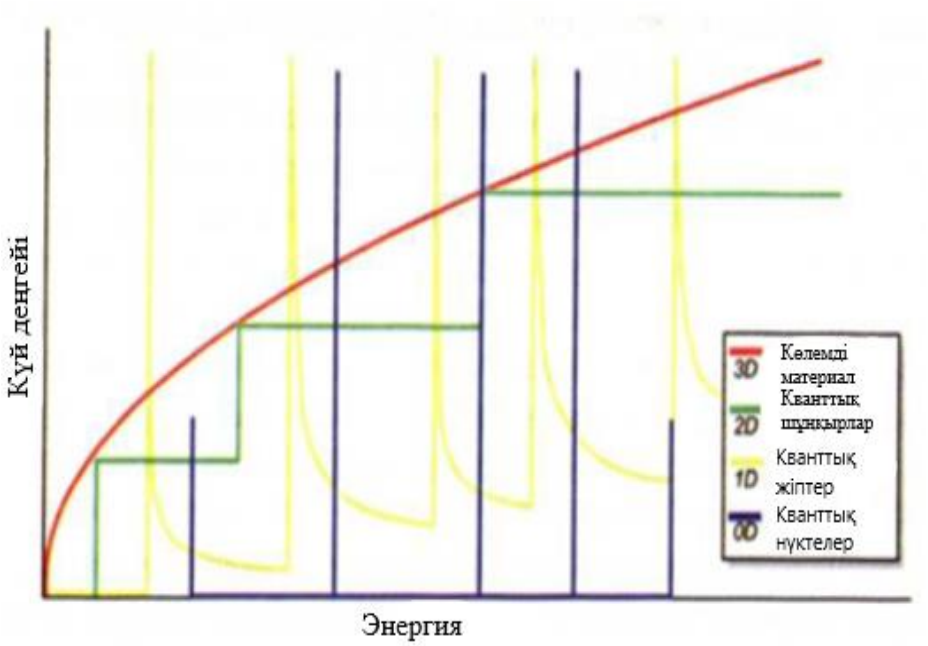
Аймақтық құрылым анизотропты болғанда жартылай өткізгіш бөлшектер қасиеттерінің күшті анизотропиясы де осылай түсіндіріледі. Әр түрлі геометриядағы нанобөлшектер әртүрлі энергетикалық спектрге ие, және де әр түрлі қасиеттерге ие. 2-суретте жартылай өткізгіш нанобөлшектердің өлшемдерінің электрондар күйлерінің тығыздығына әсерін бейнелейтін схемалық диаграмма берілген. Өлшемдік кванттау теориясына сәйкес, электрондардың өткізгіштік және тесік

аймақтарындағы тәртібі жартылай өткізгіш бөлшектерінің валентті аймағындағы шексіз әлеуетті кедергімен қоршалған әлеуетті шұңқыр жақындауында қарастырылады. Сфералық нанокристалл үшін бұрыштық моменттің кванттық санымен l сипатталатын электрондық және кемтіктік кванттық өлшемдер энергиясы параболалық жақындауда жазылуы мүмкін:

$$E_{l,n}^{e,h} = \frac{h^2 \phi_{l,n}^2}{2m_{e,h}D^2}$$

мұнда $m_{e,h}$ - электрон мен кемтіктің тиімді массасы, D - кристалл радиусы, $\phi_{l,n}$ – l - дәрежесіндегі Бессель сфералық функциясының n-түбірі.

Сонымен қатар, электрон мен кемтіктердің энергиясы артады, сәйкесінше, тыйым салынған аймақтың өзін тиімді арттыра отырып, валентті аймақтан өткізгіштік аймаққа өтетін оптикалық көшудің ең аз энергиясы өседі [4].



2 – сурет. Жартылай өткізгіш нанобөлшектердің өлшемдерінің электрондар күйлерінің тығыздығына әсерін бейнелейтін схемалық диаграмма

Үлкен материалмен салыстырғанда нанобөлшектерде тыйым салынған аймақ енінің өсуі өте үлкен мәнге жетуі мүмкін. Мысалы, CdS нанокристалдары үшін бұл шама 1,3 эВ. Бөлшектер мөлшерін 20-дан 2 нм-ге дейін өзгерте отырып, біз кадмий сульфидінің тыйым салынған аймағының енін 1,7 эВ-дан (көлемді материал) 3 эВ-ға дейін өзгерте аламыз, яғни. нақты барлық оптикалық спектр шегінде.

Нанокристаллдардың оптикалық қасиеттері олардың радиусының көлемді материал экситонының Бор радиусының қатынасына байланысты (μ- экситонның келтірілген салмағы):

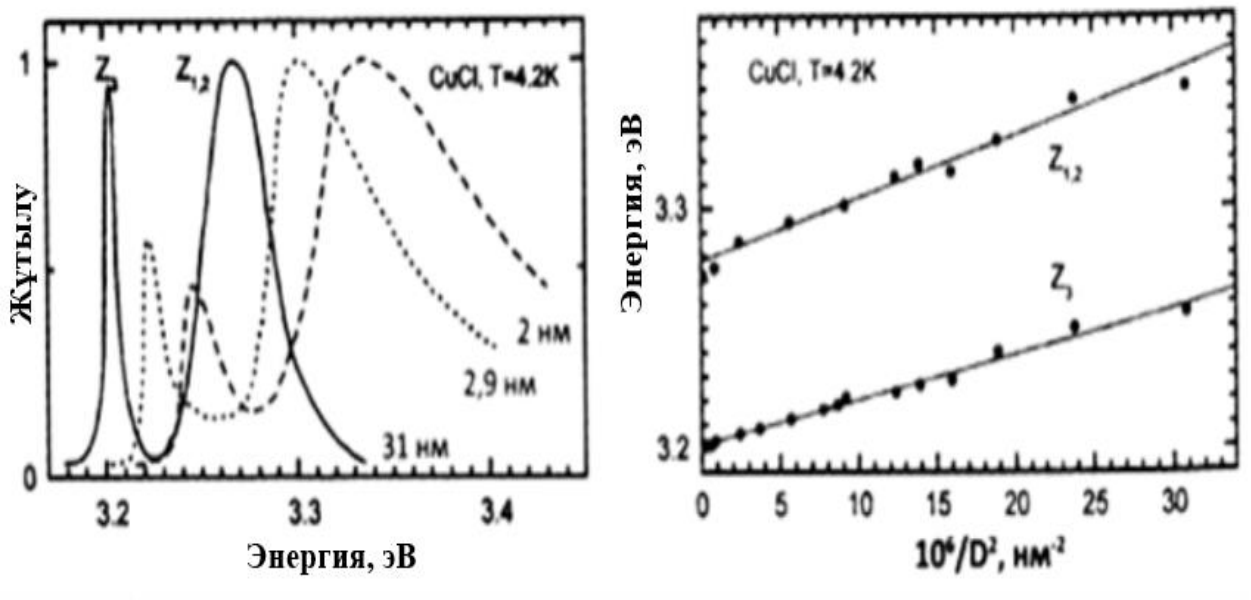
$$a_B = \frac{\hbar^2 k}{\mu e^2}$$

1) $D \gg a_B$ кезде (мысалы CuCl ірі нанобөлшектері үшін a_B= 0,68 нм) : экситон энергиясы бос электрондар мен кемтіктер энергиясынан көп. Электронды-кемтік жұп өзін потенциалды шұңқырдағы экситон ретінде әкеледі, оның энергиясы

$$E = E_g - E_{ex} + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2\mu D^2}$$

E_g – көлемді кристалл үшін тыйым салынған аймағының ені, E_{ex} - көлемді кристаллдың экситондық энергиясы, $\frac{1}{\mu} = \frac{1}{m_e^*} + \frac{1}{m_h^*}$ - экситонның эффективтік массасы. Мұндай жүріс шағын Бор радиусы бар өте ірі нанобөлшектерге тән, мысалы CuCl үшін a_B = 0,68 нм.

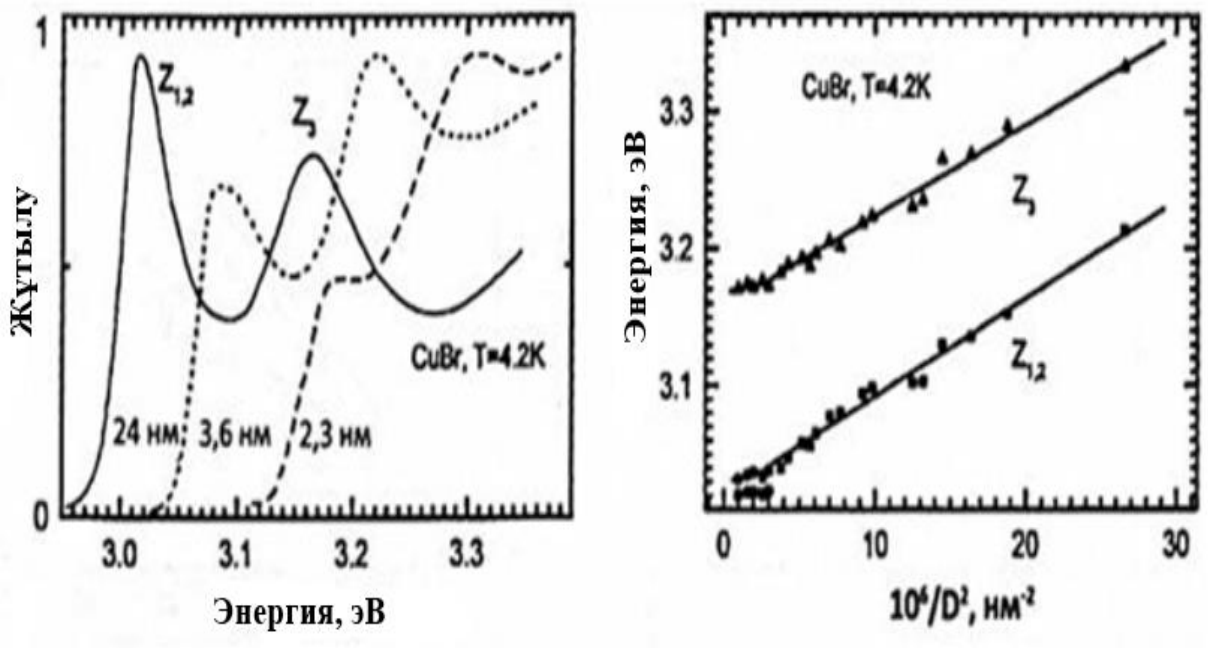
3-суретте олардың көлеміне байланысты CuCl нанобөлшектері үшін жұту спектрін өзгеруі көрсетілген. Бұл спектрлерде екі төменгі деңгейлі кемтіктермен байланысқан екі экситон шыңы бар.



3 – сурет. Көлеміне байланысты CuCl нанобөлшектері үшін жұту спектрін өзгеруі

2) $a_e > D > a_h$, мұнда $a_e = \frac{\hbar^2 k}{m_e e^2}$, $a_h = \frac{\hbar^2 k}{m_h e^2}$ электрон мен кемтіктердің бор радиусы.

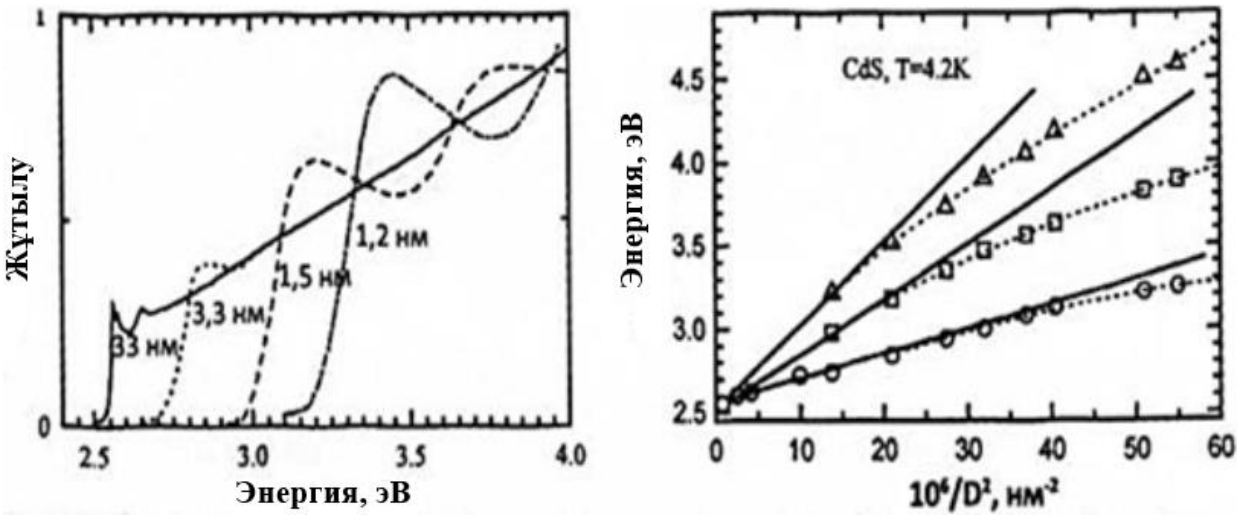
Тез электрондардың потенциалында кемтіктер жылжиды және нанокристалл ортасында орналасады. Экситон спектрі нанокристалл орталығы жанындағы кемтік осцилляциясы ретінде сипатталуы мүмкін. Мұндай спектр жұтылу жолағының шетінің едәуір ығысуымен CuBr нанобөлшектері үшін байқалады (сурет 4).



4 –сурет. CuBr нанобөлшектері үшін спектр жұтылу жолағы

3) $D \ll a_B$: электрон мен кемтік қозғалысы энергия бойынша квантталған, ал олардың потенциалды шұңқырдағы жүрісі өзара әсер ететін бөлшектердің жүрісіне ұқсас.

Бұл төменгі тиімді массасы және Бор орбитасының үлкен радиусы бар (CdS және т.б.) материалдар үшін жүзеге асырылады (сурет 5) [5]



5 –сурет. CdS материалы үшін энергия мен спектр жұтылуы

$A^{IV}B^{VI}$ жартылай өткізгіштерінде экситон бор радиусының ең үлкен мәні (PbS үшін a_B= 2 нм, CdS үшін a_B= 6 нм).

Қорытынды

Мұндай нанобөлшектер ең қызықты: ең жоғары кванттық өлшемдік әсері және күшті сызықты емес оптикалық қасиеттері байқалады. Өлшемдік кванттау теориясы идеалданған. Көптеген жағдайларда нанобөлшектерді электрондық тығыздықтың біртекті үлестіруімен нүктелік өлшемдегі бір экситондық тұзақ ретінде қарастыруға болмайды. Бұл теория тек бірінші жақындау болып табылады және бөлшектердің өлшемінің функциясы ретінде экситонның энергетикалық деңгейлері мен энергиясының ығысуын сапалы бағалау үшін пайдаланылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Klimov V.I. Semiconductor and Metal Nanocrystals: Synthesis and Electronic and Optical Properties. Dekker: New York, 2004, 484.

[2] В. А. Гриценко, И. Е. Тысченко, В. П. Попов, Т. В. Перевалов “Диэлектрики в наноэлектронике”. Новосибирск, 2010 - С 258.

[3] Talapin D.V., Lee J. -S., Kovalenko M.V., Shevchenko E.V. Prospects of Colloidal Nanocrystals for Electronic and Optoelectronic Applications. Chem. Rev., 2010, 110, 389−458.

[4] Роко М.К., Уильяме Р.С., Аливисатос П. Нанотехнологии в ближайшем десятилетии. Мир, Москва, 2002, 296.

[5] Получение и исследование наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологиям / ред. А. С. Сигов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, С.146

[6] Екимов А.И. А. А. Онущенко Квантовый размерный эффект в трёхмерных микрокристаллах полупроводников. Письма в ЖЭТФ. – 1981, Т. 34. - Вып. 6, 363-366.

[7] Джумамухамбетов Д., Садықова Н.Ғ. Металл нанобөлшектерінің оптикалық қасиеттері. АтМУ хабаршысы, №3 (54), 2019 ж., 99-103 бет.

Джумамухамбетов Д.Г., Садықова Н.Ғ., Сариева А.К.

Оптические свойства полупроводниковых наночастиц

Резюме. В статье рассматриваются оптические свойства полупроводниковых наночастиц. В статье исследуются оптические свойства полупроводников в наносистеме и появление размерных эффектов при уменьшении размера нанообъектов. Квантово-размерный эффект учитывается при изучении размеров наноструктур. Влияние квантовых эффектов на свойства нанообъектов различных размеров было изучено методом плазмонотронного резонанса. Спектры поглощения жидких коллоидных растворов определяли газофазным методом.

Ключевые слова: наночастица, жидкие коллоидные растворы, поглощение, плазмон, плазмотронный резонанс, уровень Ферми, запрещенная зона, оптика.

УДК 656.212.

Sarbaev S.[1], Aikumbekov M.[1], Abibullaev S.[1], Nurzhaubaev M.[1], Toktamysov B.[1]
([1]Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev)
e-mail: muslim050182@mail.ru

OPERATIONAL MANAGEMENT OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS IN GENERAL TRANSPORT NODES USING GAME THEORY

Abstract. At management of organizational systems, in General transport knots, systematically there are such situations when not all reserves of production are used for improvement of work – acceleration of unloading of cars at present time. The article proposes ways to improve productivity in the production of cargo operations in General transport nodes with the use of game theory in the management of their organizational systems.

Key words: transport system, acceleration of rolling stock turnover, operational management, optimization of work

С.Ш. Сарбаев [1], М.Н. Айкумбеков [1] С.Ш. , Абибуллаев [1], М.М. Нуржаубаев [1], Б.А Токтамысов.[1]
([1]Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ В ОБЩЕТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ИГР

Аннотация. При управлении организационными системами, в общетранспортных узлах, систематически возникают такие ситуации, когда не все резервы производства используются для улучшения работы – ускорения выгрузки вагонов в данный момент времени. В статье предложены способы повышения производительности труда при производстве грузовых операций в общетранспортных узлах с применением теории игр в управлении их организационными системами.

Ключевые слова: транспортная система, ускорение оборота подвижного состава, оперативное управление, оптимизация работы.

Диспетчер, возглавляющий процесс разгрузки вагонов, не всегда получает достоверную информацию с мест разгрузки о работе автомашин, складов, механизмов и других технических средств. Возникает игровая ситуация, когда руководителю работ (диспетчеру) необходимо использовать материальные и моральные стимулы для успешной оперативной корректировки хода работ. В такой ситуации применение игровых методов позволяет повысить производительность труда исполнителей и улучшить использование основных средств видов транспорта.

Таким организационным системам характерно следующее:

- управляющему (планирующему) органу (УО) приходится в основном пользоваться информацией, сообщаемой самими элементами, поскольку точными сведениями о последних он не располагает;
- элементы системы имеют более или менее широкие возможности в части представления управляющему органу информации, наиболее соответствующей их интересам, а также обладают способностью снижать эффективность работы при отсутствии заинтересованности;
- действия каждого элемента влияют не только на его собственные показатели функционирования, но и на показатели функционирования других элементов;
- элементам системы известен в существенной своей части закон управления, осуществляемый УО, т.е. известны принципы формирования им плановых заданий и других управляющих воздействий на основе поступающей информации;
- функционирование системы разбивается на ряд периодов, в каждом из которых процессы составления и выполнения плана аналогичны.

В рассматриваемых условиях функционирование системы представляет собой безкоалиционную игру многих лиц. В качестве участников игры выступают подчиненные элементы, стратегиями которых являются сообщаемые ими оценки своих возможностей. УО может влиять на характер игры тем или иным образом, задавая для игроков функции выигрыша и используя определенный механизм

управления по выбранным стратегиям. Игра состоит в многократном повторении следующей распадающейся на три этапа процедуры: сообщение отдельными элементами оценок своих производственных возможностей; формирование управляющим органом плановых заданий на основе полученных оценок; реализация отдельными элементами плановых заданий.

Таким образом, задача УО формулируется следующим образом: задать игру между подчиненными элементами так, чтобы она сходилась к равновесной точке, в которой величина общего критерия системы принимает экстремальное значение [1].

Имеется n элементов $(i = 1,2,\ldots,n)$, управляемых из единого центра (УО). В каждом периоде функционирования УО распределяет задания в виде объемов x_i транспортной продукции. Задан суммарный объем выполнения *X*. Очевидно, должно выполняться соотношение

$$\sum_{i=0}^{n} x_i = X. \tag{1}$$

Каждый элемент характеризуется «производственной» функцией $\varphi_i(x_i)$, определяющей затраты подсистемы на производство продукции в объеме x_i. Функции эти выпуклы вниз (вогнуты). Это свойство производственных функций соответствует тому, что увеличение производства на более высоком уровне требует больших затрат, чем такое же увеличение на более низком уровне.

Кроме того, в системе назначаются выплаты в денежном выражении за производственную продукцию. Обозначая выплату за единицу продукции через λ и предполагая, что производственные затраты представлены также в денежном выражении, можно получить следующее соотношение:

$$D_i(x_i) = \lambda_{xi} - \varphi_i(x_i), \tag{2}$$

где $D_i(x_i)$ - «доход» i-го элемента при объеме произведенной продукции x_i.

Пусть для определенности функции $\varphi_i(x_i)$ имеют вид:

$$\varphi_i(x_i) = \frac{x_1^2}{2r_i}, \tag{3}$$

где r_i представляет собой некоторую постоянную величину, характеризующую эффективность производства у i –го элемента (чем больше величина r_i, тем величина производственных затрат меньше).

Конкретизируя условия функционирования системы, надо предположить, что УО известен вид функций $\varphi_i(x_i)$ и диапазон изменения значений r_i:

$$r_i \in [a_i, b_i], \quad 0 < a_i < b_i, \tag{4}$$

но точные значения r_i УО не известны [2-4].

Конкретизируя условия (2) обозначается через S_i оценки, сообщаемые в «Центр» i –ым элементом. В силу условия (1) и (4) должно выполняться условие:

$$S_i \in [a_i, b_i]. \tag{5}$$

Общим критерием системы естественно считать суммарные затраты $D_0(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ на производство, которые определяются следующим образом:

$$D_0(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i^2}{2S_i} \ . \tag{6}$$

Надо заметить, что критерий системы D_0 включает кажущиеся, а не действительные затраты, что определяется условием функционирования системы.

В каждом периоде функционирования в системе, как было указано выше, выделяются три этапа. На первом этапе элементы сообщают свои оценки S_i величин r_i, удовлетворяющие (5). На основе вектора оценок $S = (S_1, S_2, \ldots, S_n)$ на втором этапе УО формирует управление $\lambda(S)$ и план $x(S) = (x_1(S), \ldots, x_n(S))$. На третьем этапе каждый i –ый элемент по величинам $\lambda(S)$ и $x_i(S)$ определяет свой выигрыш с учетом действительных своих характеристик. Процедура формирования $\lambda(S)$ и $x_i(S)$ определяет здесь закон управления. Исследуем равновесное состояние систем для двух типов законов управления, причем равновесным состоянием будем называть такой набор стратегий, для которого изменение стратегии любого участка игры при фиксированных стратегиях остальных участников не приводит к возрастанию его выигрыша.

Первое правило управления весьма близко к реально существующим механизмам управления. Оно характеризуется тем, что величина $\lambda(S)$ не меняется от периода к периоду, т.е.:

$$\lambda(S) = \lambda^{(1)} \tag{7}$$

Характерно, что в рассматриваемой задаче величина λ имеет смысл цены единицы продукции, так и в дальнейшем и будет условно называться.

Объемы производства $x_i(S)$ выбираются пропорциональными оценками S_i:

$$x^{(1)}(S) = \beta(S) S_t \tag{8}$$

(индекс 1 в (7) и (8) показывает принадлежность к первому закону управления). Величина $\beta(S)$ выбирается так, чтобы сумма $\sum_{i=1}^{n} x^{(1)}(S)$ была в точности равна x. Это достигается при:

$$\beta(S) = \frac{x}{\sum_{i=1}^{n} S_i}; \tag{9}$$

Правила (8) – (9) имеют определенное обоснование. Действительно, если бы УО знал точно производственные возможности отдельных элементов, т.е. знал бы величины r_i, то для получения оптимального распределения плановых заданий x_i^0 УО необходимо было бы решить задачу:

$$\min_x \left\{ \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i^2}{2r_i} \right\},$$

при ограничениях $\sum_{i=1}^{n} x_i = X$. Можно показать, что решение этой задачи x_i^0 имеет вид:

$$x_i^0 = \beta(r) r_i, \ \ \beta(r) = \frac{x}{\sum_{i=1}^{n} r_i}. \qquad (11)$$

Поскольку, как было сказано выше, управляющему органу значения r_i не известны, на практике закон управления (10) может быть реализован лишь в виде (8) и (9).

С учетом (7) и (8) для рассматриваемого правила управления функция выигрыша i-го элемента принимает вид:

$$D_i^{(1)}(S) = \lambda^{(1)} x_i^{(1)}(S) - \frac{\left[x_i^{(1)}(S)\right]^2}{2r_i}.$$

С учетом (8) и (9):

$$\frac{dx_i^{(1)}(S)}{bS_i} = \beta(S) + S_i \frac{d\beta(S)}{bS_i} = \beta(S)\left[1 - \frac{S_i}{\sum_{i=1}^{n} S_j}\right].$$

Откуда:

$$\frac{dD_i^{(1)}(S)}{bS_i} = \frac{dx_i^{(1)}(S)}{dS_i}\left[\lambda^{(1)} - \frac{x_i^{(1)}}{\sum_{i=1}^{n} S_j}\right] = \left[\beta(S)\right]^a \left[1 - \frac{S_i}{\sum_{i=1}^{n} S_j}\right]\left[\frac{\lambda^{(1)}}{\beta(S)} - \frac{S_i}{r_i}\right]. \qquad (11)$$

Из (11) следует, что если S^* - равновесная точка и

$$S_i^0 = \frac{\lambda^{(1)}}{\beta(S^*)} r_i \, (i = 1,2,\ldots,n),$$

то выполняются условия:

$$S^* = \begin{cases} S_i^0, & \text{если} \quad S_i^0 \in [a_i, b_i]; \\ a_i, & \text{если} \quad S_i^0 < 0; \\ b_i, & \text{если} \quad S_i^0 > b_i; \end{cases} \qquad (12)$$

Условия (12) показывают, что точка равновесия может быть далека от вектора истинных возможностей *r*. Такую характеристику равновесной точки нельзя признать удовлетворительной, а

вместе с тем нельзя признать удовлетворительным и правило управления, при использовании которого исходная информация может быть сильно искажена.

Второе правило управления. В основе этого правила лежит принцип согласованного управления: УО назначает элементами такие планы, которые являются для них наиболее выгодными. При выработке плана УО по-прежнему пользуется информацией, получаемой от самих элементов, т.е. оценками S_i.

Согласование в рассматриваемом классе правил управления можно осуществить подбором величины $\lambda^2(S)$. Последняя должна иметь такое значение, при котором величина выигрыша D_i каждого i –го элемента, подсчитываемого с учетом оценок S_i:

$$D_i(x_i) = \lambda^{(2)}(S)x_i - \frac{x_i^2}{2S_i}; \tag{13}$$

максимальна по S_i. Это будет иметь место, если обращается в нуль производная $\frac{dD(x_i)}{dx_i}$, т.е.

$$\lambda^{(2)}(S)x_i - \frac{x_i^2}{2S_i} = \lambda^2(S) - \beta(S) = 0 \tag{14}$$

Из (14) следует, что соответствующим подбором, а именно

$$\lambda^2(S) = \beta(S) \tag{15}$$

согласование может быть обеспечено. Итак, второе правило имеет вид:

$$x_i^2(S) = \beta(S)S_i \left(\beta(S) = \frac{x}{\sum_{i=0}^{n} S_i} \right) \lambda^{(2)}(S) = \beta(S).$$

Выигрыш элементов подсчитывается при этом по формуле:

$$D_0^{(2)}(S) = \beta(S)x_i^{(2)}(S) - \frac{\left[x_i^{(2)}(S)\right]^2}{2r^2}. \tag{16}$$

Дифференцируя (16) по S_i, имеем

$$\frac{dD_i^{(2)}(S)}{dS_i} = \frac{d\beta(S)}{dS_i} x_i^{(2)}(S) + \frac{dx_i^{(2)}}{dS_i}\left[\beta(S) - \frac{x_i^{(2)}(S)}{r_i}\right].$$

Отсюда с учетом (13) и

$$\frac{dx_i^{(2)}(S)}{dS_i} = \beta(S) + S_i \frac{b\beta(S)}{bS_i} \cdot \frac{d\beta(S)}{dS_i} = -\frac{\beta(S)}{\sum_{i=0}^{n} S_i}$$

Получаем:

$$\frac{dx_i^{(2)}(S)}{dS_i} = [\beta(S)]^2 \left[-\frac{S_i}{\sum_{i=0}^{n} S_i} + \left(1 - \frac{S_i}{r_i}\right)\left(1 - \frac{S_i}{\sum S_j}\right)\right]. \quad (17)$$

Обозначим через Q_i величину $\sum_{i=0}^{n} S_j - S_i$. Тогда (17) можно представить в виде:

$$\frac{dD_i^{(2)}}{dS_i} = \frac{[\beta(S)]^2}{\sum_{i=0}^{n} S_i}\left[- S_i + Q_i - Q_i \frac{S_i}{r_i}\right]. \quad (18)$$

Сделаем предположение, что для каждого *i* величина

$$- S_i + Q_i - Q_i - \frac{S_i}{r_i}$$

обращается в нуль на интервале $[a_i b_i]$. Тогда для равновесной точки $S^* = (S_1^*, S_2^*, \ldots, S_n^*),$, обозначая

$$Q_i^* = \sum_{i=0}^{n} S_j^* - S_i ,$$

Получаем:

$$S_i^* = \frac{Q_i^* r_i}{Q_i^* + r_i}; \quad i = 1,2,\ldots,n. \quad (19)$$

Из (19) следует, что сделанное предположение вполне корректно, поскольку при $n \to \infty$

$$S_i \le \left(\frac{r_i}{1 + \frac{\min a_i}{\max b_j} \frac{1}{1-n}} \right) \to r_i \quad (20)$$

а $r_i \in [a_i, b_i]$.

Можно точно оценить скорость сходимости S_i^* и r_i при $n \to \infty$ для «симметричной» системы, в которой $r_i = r_0$, и, следовательно, для всех S_i^* она равна S_i^0. Легко видеть, что для таких систем:

$$S_0^* = \frac{\eta - 2}{n - 1} r_0$$

и S_0^* с ростом *n* достаточно быстро приближается к r_0 [2-4].

Фактическое совпадение при втором законе управления равновесной точки с вектором *r* истинных производственных возможностей элементов означает, что формируемый план в равновесной точке фактически совпадает с оптимальным для системы планом, т.е. достигается совершенное согласование УО интереса и подчиненных элементов.

Вывод: Таким образом, можно сделать вывод, что второй механизм управления является оптимальным (или почти оптимальным). Поэтому для него имеет смысл исследовать динамические характеристики. Для этого надо сделать ряд предположений и поведении отдельных элементов, которые конкретизируют условия функционирования систем, приведенные выше:

1) элементы в состоянии определить направление, в котором надо изменять сообщаемые оценки с целью увеличения значений выигрыша;

2) поведение элементов по мере приближения к точке равновесия становится все более осторожным, т.е. величины его «шагов» уменьшаются.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Галабурда В.Г. Единая транспортная система. М. Транспорт, 2011г.

[2] Карсыбаев Е.Е., Сарбаев С.Ш. Предпосылки интеграции железнодорожных перевозок Казахстана в мировую систему транспортных услуг. // Актуальные вопросы проектирования, строительства и эксплуатации транспортно-коммуникационных сооружений. Алматы, 2013 г., с. 9-12.

[3] Гмношинский В.Г. Инженерное прогнозирование. М.: Энергоиздат, 1992, 208 с.

[4] Taulor M. A. P. Evaluating the performance of a simulation madel/ «Transp. Res.», 1999, 13A, № 3, 159-173.

Сарбаев С.Ш., Айкумбеков М.Н., Абибуллаев С.Ш., Нуржаубаев М.М., Токтамысов Б.А.

Ойын теориясын қолдана отырып, жалпы көлік тораптарындағы ұйымдастыру жүйелерін жедел басқару

Түйіндеме. Ұйымдастыру жүйелерін, жалпы көлік тораптарында басқару кезінде өндірістің барлық резервтері жұмысты жақсарту – қазіргі уақытта вагондарды түсіруді жеделдету үшін пайдаланылмайтын жағдайлар жүйелі түрде туындайды.

Мақалада жалпықөліктік тораптардағы жүк жұмыстарының өнімділігін арттыру мәселесін олардың ұйымдастыру жүйелерін ойын теориясын пайдалана отырып басқару арқылы іске асыру әдістемесі ұсынылған.

Түйінді сөздер: көлік жүйесі, жылжымалы құрам айналымын жеделдету, жедел басқару, жұмысты оңтайландыру

УДК 658.7

Musabaev B.[1], Kamzina A.[1], Nurzhaubaev M.[1], Abibullaev S.[1], Toktamysov B.[1]
([1]Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev)
e-mail: musabaev-54@mail.ru

INSTALLATION AND MODELING OF INFORMATION SERVICE CENTER TASKS WHEN PERFORMING EXPORT-IMPORT OPERATIONS

Annotation. The article suggests ways to improve the document management system, create an automated system for managing a single database of all stages of the cargo transportation process by creating an information service center.

Keywords: information service center, foreign economic activity, temporary storage warehouse, contractual commercial work

Б.К. Мусабаев [1], А.Д. Камзина [1], М.М. Нуржаубаев [1], С.Ш. Абибуллаев [1], Б.А. Токтамысов [1]
([1]Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

УСТАНОВКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ЦЕНТРА ИНФОРМАЦИОННОГО СЕРВИСА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ОПЕРАЦИИ

Аннотация. В статье предложены способы усовершенствование системы документооборота, создание автоматизированной системы управления единой базой данных обо всех этапах процесса перевозки грузов путем создания центра информационного сервиса.

Ключевые слова: центр информационного сервиса, внешнеэкономимческая деятельность, склад временного хранения, договорная коммерческая работа

Создание центра информационного сервиса **(**ЦИС) позволит получить дополнительную прибыль от хозяйственной и коммерческой деятельности АО «НК «ҚТЖ».

Следует отметить, что основной задачей ЦИС является создание единого информационного пространства для участников внешней экономической деятельности (ВЭД). Это позволит оптимизировать управление грузопотоками, направленными в адрес склада временного хранения (СВХ), сократить простои подвижного состава. Задача будет решаться в двух аспектах:

- первый аспект – усовершенствование системы документооборота на стыке «железнодорожная станция – СВХ» и «железная дорога – таможня»;

- второй аспект – создание автоматизированной системы управления единой базой данных обо всех этапах процесса перевозки грузов. Такая система - «Договорная и коммерческая работа» (ДКР), должна быть доступна всем участникам транспортного процесса для оперативных выработок управленческих решений, прогнозирования и контроля над развитием ситуации.

Основной целью создания ДКР является повышение эффективности управления договорной, коммерческой и грузовой работой и обеспечение взаимодействия железнодорожной станции и СВХ с внешним информационным пространством и клиентами.

Статические данные для анализа деятельности работников ЦИС можно определить путем наблюдений, аналитически, с использованием известных соотношений теорий вероятности и массового обслуживания.

Математическим аппаратом исследования, расчета и оптимизации логических систем является имитационное моделирование, имеющее отношение к теории вероятности, математической статистике и представляется в терминах теории массового обслуживания [1, 2].

Для примера записываем логическую схему алгоритма «Оценка и прогноз» (таблицы 1, 2):

$$Э=\Sigma К+\Sigma А+\Sigma С+\Sigma М, \text{ час} \quad (1)$$

Таблица 1. **Оформление документов по экспорту**

№ п/п	Операция	Условное обозначение	Среднее время на операцию (эмпирические данные)
1	**2**	**3**	**4**
1	Заключение договора о перевозке груза	K_1	3,7 дней
2	Получение экспортером (грузоотправителем) плана погрузки	K_2	0,9 дня
3	Оформление транспортных документов	K_3	1,6 дней
4	Оформление документов о происхождении товара	K_4	11,5 дней
5	Открытие паспорта сделки (по валютному контролю)	K_5	2,3 дней
6	Оформление грузовой таможенной декларации и других документов, необходимых для таможенного оформления	K_6	1,3 дней

7	Уплата денежных средств в государственный бюджет	K_7	0,9 дня
8	Проверка грузовой таможенной декларации таможенными органами. получение разрешения таможенных органов	K_8	2,2 дней

Продолжительность решения коммерческих задач, как это следует из анализа алгоритмов, может меняться от технического оснащения организации рабочих мест, информационного обеспечения, количества обрабатываемых документов, а также количества обслуживаемых клиентов и продолжительности элементарных операций.

В связи с этим, из содержания работы, выполняемых работниками в процессе решения ими коммерческих задач, необходимо установить перечень и группы элементарных операций по внешним признакам независимо от того, при решении каких коммерческих задач они выполняются.

Таблица 2. **Оформление документов по импорту**

№ п/п	Документ	Условное обозначение	Среднее время на операцию
1	2	3	4
1	Оформление учетной карточки участника внешнеэкономической деятельности	A_2	2 дня
2	Открытие паспорта сделки (по импорту)	A_3	2 дня
3	Предварительное таможенное оформление в пункте пропуска через таможенную границу Республики Казахстан	A_3	день 0,5 дня
4	Открытие внутреннего таможенного транзита	A_4	0,4 дня
5	Завершение внутреннего таможенного транзита в пунктах назначения	A_5	0,1 дня
6	Заключение договора с свх и размещение товара	A_6	0,55 дня
7	Раскредитовка грузов на железнодорожной станции (при перевозке железнодорожным транспортом)	A_7	0,7 дня
8	Оформление грузовой таможенной декларации	A_8	дня 1,9 дней
9	Уплата таможенных платежей и налогов в государственный бюджет	C_1	1,8 часа
10	Закрытие паспорта сделки (по импорту)	M_1	2,5 дня
11	Согласование с отделом доходов дтк (по условным ценам)	C_2	
12	Таможенная экспертиза товара (таможенная лаборатория)	M_2	

На основании ЛСА можно написать формулу для расчета продолжительности решения оперативной задачи:

$$t_{on} = tK_i + tA_i + tC_i + tM_i, \tag{2}$$

где: $tKi, tA_i, tC_i, tMi,$ - продолжительность выполнения одной элементарной операции, час.

Затем надо исследовать статистические характеристики элементарных операций и определить математические ожидания продолжительности решения каждой элементарной операции (счет – t_c, переговоры – t_o, поиск данных – t_s, фиксация результатов – t_f, извлечение сведений из памяти – t_e, сравнение – $t_{л}$, и другие).

Для определения продолжительности решения оперативных задач необходимо определить вероятности P_l исходов логических условий в алгоритмах деятельности товарного кассира.

Вероятности возникновения соответствующих ситуаций можно определить из статистических данных, полученных в результате наблюдений за действиями товарного кассира.

Вероятность исходов логических условий $P(A_i)$, рассматриваемых при решении оперативных задач, можно определить как вероятность суммы совместных событий:

$$P\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right) = \sum_{i}^{n} P(A_i) - \sum_{ij}^{n} P(A_i A_j) + \sum_{ijk}^{n} P(A_i A_j A_k) - \ldots + (-1)^{n-1} P(A_1 A_2 \ldots A_n) \; . \quad (3)$$

Таким образом, вероятность возникновения ситуации, требующих решения тех или иных коммерческих задач, определяется размерами грузов, техническим оснащением и расстоянием, а также характером задачи, уровнем ее решения и рядом других факторов.

Во всех перечисленных случаях вероятности различных ситуаций, при которых вмешиваются управляющие органы, определяются путем анализа результатов исследований работы комплекса по управлению перевозочным процессом и его составляющих.

Таким образом, составляющие «комплекса» по управлению договорной и коммерческой работой следует рассматривать как вероятностную систему, которая включает: входящий поток, совокупность возникающих оперативных задач по управлению коммерческой работой, решаемых с использованием организационно-технологического комплекса, предназначенного для получения, переработки и передачи информации (таблица 3).

Установление аналитических зависимостей для определения значений параметров потоков имеет большое значение для решения поставленной задачи. Особенно важно установить значение коэффициента вариации, который зависит от величины коэффициентов вариации входящего потока и продолжительности обслуживания, а также от загрузки системы обслуживания.

Условие функционирования информационное системы ЦИС определяется многообразием факторов, важными из которых являются среднее время пребывания заявки в системе и время ожидания обслуживания.

Показатели качества обслуживания заявок в системе при пуассоновском входящем потоке и экспоненциальном времени обслуживания определяются по следующим формулам [3, 4, 5].

Таблица 3. **Составляющие комплекса по управлению бизнес процессом в ЦИС**

Поток требований	Сущность обслуживания	Обслуживающие устройства
1	2	3
Коммерческая задача	Решение задачи	Слой пользовательского интерфейса
	Принятие решения	Слой представления
		Слой бизнес-логики и бизнес-правил.
	Передача принятых решений и распоряжений	Участники ВЭД: грузовладельцы (таможенным декларантом, экспедиторы), станция (приемосдатчики, товарные кассиры), СВХ (коммерческие агенты), таможни

Среднее время ожидания заявки в очереди на обслуживание:

$$t_{ож} = \frac{\rho \cdot (1 + V^2)}{2\mu(1 - \rho)}, \quad (4)$$

где: ρ - коэффициент использования (загрузки) информационной системы ДКР;

μ - интенсивность обслуживания.

Коэффициент вариации распределения времени обслуживания

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \tag{5}$$

λ - интенсивность входящего потока или среднее число требований за единицу времени.
Среднее время пребывания заявки в информационной системе ДКР:

$$t_{cp} = \frac{\rho\left(1+V^2\right)}{2\lambda\left(1-\rho\right)}. \tag{5}$$

Формализации на основе алгоритмической записи содержания деятельности работников, статистико-вероятностный подход к закономерности колебания, продолжительности выполнения элементарных операций, загрузки и возникновения ситуации, требующих решения задач управления, а также оценки эффективности функционирования комплекса составляют основу ситуационно-алгоритмического метода оценки его загрузки, приведенной на рисунке 1.

Моделирование взаимодействия железнодорожной станции и СВХ после внедрения ЦИС представлено на рисунке 2.

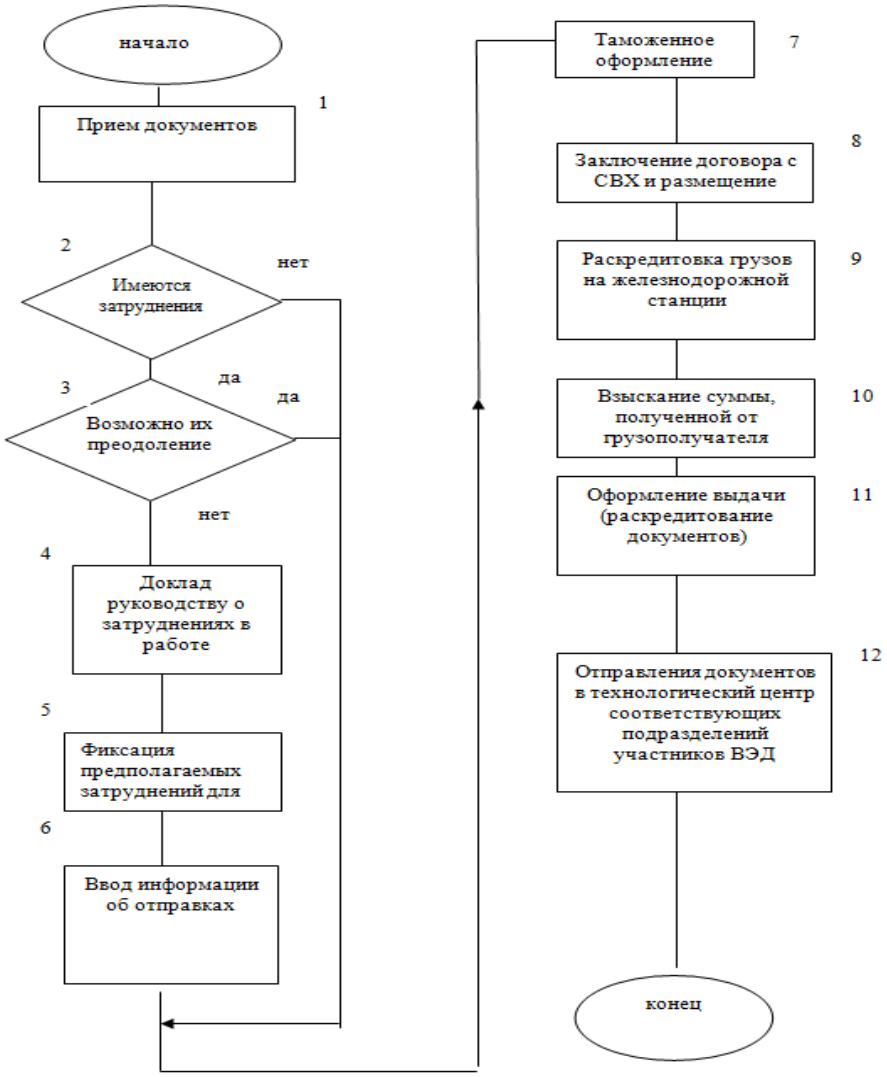


Рис. 1. Общая блок-схема информационной системы ДКР

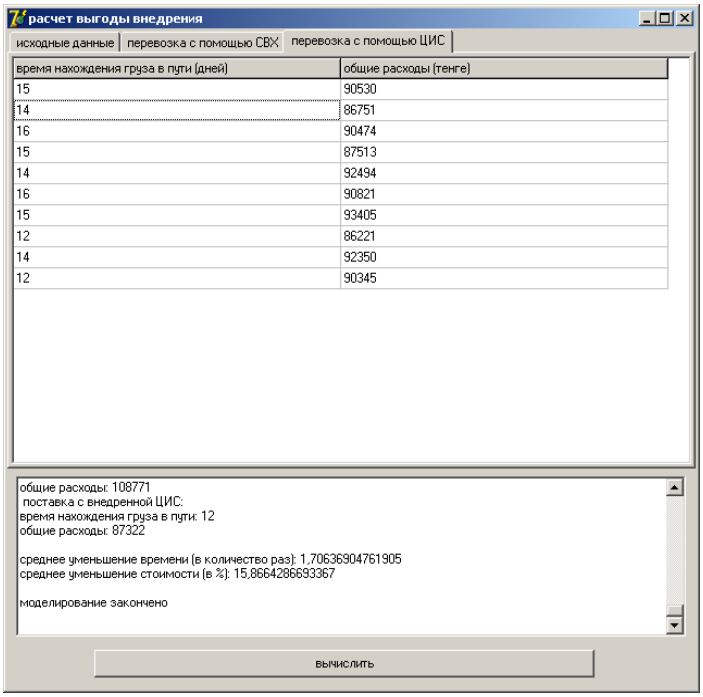


Рис. 2. Результаты моделирования взаимодействия железнодорожной станции и СВХ после внедрения ЦИС

Вывод: Результатом вычисления программы моделирования коммерческих задач ЦИС при прохождении экспортно-импортных процедур, является сокращение времени в среднем в 1,7 раза, чем при традиционной системе. Соответственно, общая стоимость доставки грузов снижается в среднем на 15%.

Автоматизация коммерческих операций на пограничной перегрузочной станции, а также наличие предварительной информации в объеме накладной и, соответственно, передаточной ведомости, т.е. использование ресурсов Центра информационного сервиса позволит сократить простой вагонов (контейнеров) на 0,85 + 0,6 *4,07 = 3,3 ч.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем / Н.Б. Кобелев. – М.: Дело, 2013. – 336 с.

[2] Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов / А.Н. Колмогоров. – М.: Наука, 1997. – 304 с.

[3] Еловой И.А. Экономическая оценка транспортно-технологических систем доставки продукции // Бюллетень транспортной информации. – М., 2010. – № 6 (60). – С. 33-39

[4] Семененко А.И., Сергеев В.И. Логистика. Основы теории: Учебник для вузов. – СПб.: Союз, 2013. – 544 с.

[5] Кизим А.А. Концепция построения региональной транспортно-логистической системы: вопросы теории и практики: Монография. – Краснодар: Куб. гос. ун-т, 2014. – 658 с.

Мусабаев Б.К., Камзина А.Д., Нуржаубаев М.М., Абибуллаев С.Ш., Токтамысов Б.А.

Экспорттық-импорттық операцияларды жүзеге асыру кезінде ақпараттық сервис орталығының міндеттерін орнату және үлгілеу

Түйіндеме: Мақалада құжат айналымы жүйесін жетілдіру, ақпараттық сервис орталығын құру арқылы жүк тасымалдау процесінің барлық кезеңдері туралы бірыңғай деректер базасын басқарудың автоматтандырылған жүйесін құру тәсілдері ұсынылған.

Түйінді сөздер: ақпараттық сервис орталығы, сыртқы экономикалық қызмет, уақытша сақтау қоймасы, шарттық коммерциялық жұмыс

ӘОЖ 004:336.77

N. W. Gorinova, G. S. Borankulova
(M. H. Dulati Taraz state University, Taraz, Kazakhstan)
E-mail: b.gau@mail.ru

OPTIMIZATION OF THE CONSUMER CREDIT PROCESS AND MATHEMATICAL MODELING

Abstract. The article deals with the development of mathematical models, algorithms and computer programs that allow optimizing and automating the process of consumer lending, taking into account the General trends in the region's economic indicators, as well as the peculiarities of working with private borrowers. In order to optimize the process of consumer lending, mathematical models of works using application programs and the mechanism of their implementation are described. The optimized model allows the Bank to work effectively with clients.
Keywords: credit, model, modeling, diagram, consumer credit, Bank, mathematical model, risk.

Н.Ж. Жоранова, Г.С. Боранкулова
(М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз, Казақстан)
E-mail: b.gau@mail.ru

ТҰТЫНУ НЕСИЕЛЕНДІРУ ҮРДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Андатпа. Мақалада өңірдің экономикалық көрсеткіштерінің өзгеруінің жалпы үрдістерін, сондай-ақ жеке қарыз алушылармен жұмыс істеу ерекшеліктерін ескере отырып, тұтынушылық кредит беру процесін оңтайландыруға және автоматтандыруға мүмкіндік беретін математикалық модельді, алгоритмдерді және компьютерлік бағдарламаларды әзірлеу қарастырылады. Тұтынушылық кредит беру процесін оңтайландыру мақсатында қолданбалы бағдарламаларды пайдаланып атқарылатын жұмыстардың математикалық модельдерін,оның орындалу механизмі сипатталған. Оңтайландырылған модель банкке клиенттермен тиімді жұмыс істеуге мүмкіндік береді
Түйінді сөздер: несие, модель,модельдеу, диаграмма, тұтынушы, тұтынушылық несие, банк, математикалық модель, тәуекелде

Қазіргі таңда Қазақстанда тұтыну несиесі дәстүрлі банкілік қызметтер түріне жатқызылады, тұрғындардың мәдени және әлеуметтік, экономикалық қажеттілігін қанағаттандыруға арналған мәні зор мәселе.Банкілермен берілген қарыздардың көлемі өсіп,ал несиелеу мөлшерінің пайызы төмендеуде, несиелеу ұйымдарының саны артуда, тұрғындарды несиелендірудің қызмет түрлері көбейген.Нәтижесінде Қазақстан Республикасында 2000-2006 жылдар аралығында қырық пайызға жоғарылаған, тұтынуды несиелеудің жалпы көлемі банкілік несиелеудің жиырма үш пайызын құрайды.

Тұтынушылық кредит беруді белсенді дамыту банктерден тұтынушылық кредит берудің тиімділігін арттыру үшін жылдам және жоғары технологиялық әдістемелер әзірлеуді талап етеді.Тұтынушылық кредит берудің тиімді әдісі банкке негізделген кредиттік шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.Осылайша банк несиелік тәуекелдерді төмендетеді және тұтынушылық кредиттеудің кірістілігін арттырады[1].Тұтынушылық кредит беру тәуекелін азайту өз кезегінде кредит беру мөлшерінің азаюына әкеледі, бұл қарыз алушыға сөзсіз тиімді.Бұдан басқа, тұтынушылық несиені беруге өтініш берген қарыз алушы үшін банктің орташа өлшемді талаптарының ашықтығы артады .

Бұл төлеуге қабілетті клиентке өз уақытын үнемдеп, тұтынушылық несие алуға қажетті құжаттарды алдын ала дайындауға мүмкіндік береді.

Тұтынушылық кредит беруді жетілдіру мәселесі Қазақстанда да, шетелде де басым бағыттардың бірі болып табылады.Отандық коммерциялық банктер қолданатын ұсынылған әдістерге жүргізілген талдау олардың көпшілігі шетелдік көздерден қарызға алынған және Қазақстан экономикасы жағдайында қолданылуы аз екендігін көрсетті.

Бүгінгі күні кредит беру процесінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін тетіктерді әзірлеудің объективті қажеттілігі бар.Осыған байланысты банк жұмысының тиімділігін арттыру мақсатында де, кредиттің ең жоғары сомасын арттыру, пайыздық мөлшерлемесін төмендету, кредитті өтеудің әр түрлі кестелерін қамтамасыз ету мәселелерін шешу үшін қарыз алушының мүддесінде де тұтынушылық кредит беру процесін оңтайландыруға мүмкіндік беретін математикалық аппарат пен бағдарламалар кешенін әзірлеу өте өзекті болып табылады.

Жұмыстың мақсаты банктік тәуекелдерді азайтуға, өңірдің экономикалық көрсеткіштерінің өзгеруінің жалпы үрдістерін, сондай-ақ жеке қарыз алушылармен жұмыс істеу ерекшеліктерін ескере отырып, тұтынушылық кредит беру процесін оңтайландыруға және автоматтандыруға мүмкіндік беретін математикалық модельді, алгоритмдерді және компьютерлік бағдарламаларды әзірлеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

• өңірдегі қолайсыз макроэкономикалық өзгерістерге байланысты тұтынушылық кредит беру кезінде тәуекелдерді оңтайландыру проблемаларын зерттеу және тұтынушылық кредит беру тұрғысынан банк үшін қызығушылық тудыратын негізгі экономикалық көрсеткіштерді болжауды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін математикалық модельді әзірлеу,

• қарыз алушының төлем кестесіне, кірістеріне және оның кредиттік тарихына байланысты берілетін несиенің ең жоғары сомасын бағалау алгоритмдерін әзірлеу,

• несиелік тәуекелдерді оңтайландыру және тұтынушылық кредит беру процесін автоматтандыру бағдарламаларының кешенін құру;

Зерттеу әдістері

Жұмыста қойылған міндеттер регрессиялық талдау әдістерін, ықтималдық теориясын, математикалық статистиканы пайдалана отырып шешілді.

Міндеттерді шешу кезінде отандық және шетелдік ғалымдардың математикалық модельдеу мен экономикалық талдау мәселелеріне арналған еңбектері пайдаланылды[2].

Негізгі ғылыми нәтижелер:

• өңірдің экономикалық көрсеткіштерінің өзгеруінің жалпы үрдістерін, сондай-ақ жеке қарыз алушылармен жұмыс істеу ерекшеліктерін ескеруге мүмкіндік беретін жеке тұлғаларға кредит беру процесінің математикалық моделі,

• уақыт бойынша болжанатын параметрлердің елеулі өзгерістерін ескере отырып, аймақтың банк жүйесінің негізгі экономикалық көрсеткіштерін модельдеу және болжау тәсілі,

• қарызды өтеудің әр түрлі кестелері кезінде кредиттік тәуекелді оңтайландыруды ескере отырып, сондай-ақ қарыз алушының мүдделерін және оның кредиттік тарихын ескере отырып, жеке тұлғаларға кредит беру процесінің алгоритмі,

• банктің тәуекелге қатынасын сипаттайтын және аймақтың банк жүйесінің экономикалық көрсеткіштерін модельдеу мен болжауды ескере отырып, кредиттің ең жоғары сомасы мен кредиттеудің жеңілдікті кезеңін анықтау кезінде пайдаланылатын банктік коэффициенттерді бағалау тәсілі,

• кредиттік тәуекелді оңтайландыру жағдайында жеке тұлғаларға несие беру процесін автоматтандыруға мүмкіндік беретін бағдарламалар кешені.

Алғашқыда тұтынушылық кредит беру процесін сипаттау кезінде бірінші рет аймақтың негізгі экономикалық көрсеткіштерінің өзгеруінің әртүрлі үрдістерін, кредиттерді өтеудің әртүрлі кестелерін және жеке қарыз алушылармен жұмыс істеу ерекшеліктерін ескеретін математикалық модель әзірленді [3].

Екіншіден болжанатын параметрлер уақытында елеулі өзгерістерді ескеруге мүмкіндік беретін регрессиялық теңдеулерді түрлендіру әдісі ұсынылған.

Үшіншіден бірінші рет қарыз алушының төлем кестесіне және кредиттік тарихына, өңірдің негізгі экономикалық көрсеткіштерінің өзгеру тенденцияларын ескере отырып кредит берудің жеңілдікті кезеңіне байланысты берілетін кредиттің ең жоғары сомасының бағалары шығарылды.

Төртіншіден кредиттік тәуекелді оңтайландыру кезінде және жекелеген қарыз алушылардың мүдделерін ескере отырып, тұтынушылық кредит беру процесін автоматтандыру үшін бағдарламалар кешені әзірленді[4].

Жүргізілген зерттеулер кредиттік ұйымдарға халыққа кредит беру тиімділігін арттырудың нақты тетіктерін береді, ал әзірленген бағдарламалар кешені тұтынушылық кредит беру процесін автоматтандыруға және оңтайландыруға, ал банктің ішкі тәуекелдерін төмендетуге мүмкіндік береді.

Тұтынушылар несиелеуі процестерін автоматтандырудың компьютерлік бағдарламаларының әзірленген кешені тестілеуден өтті және Тараз қаласындағы қаласындағы "Сбербанк" АБ филиалында (жақ) пайдалануға қабылданды.

Жоғарыда аталған тақырыпта аймақтағы қолайсыз макроэкономикалық өзгерістерге байланысты Тұтынушылық кредит беру кезінде тәуекелді оңтайландыру міндеттері зерттеледі.

Тұтынушылық кредит беру тұрғысынан коммерциялық банк үшін қызығушылық тудыратын өңірдің негізгі экономикалық көрсеткіштерінің болжамын жүзеге асыруға мүмкіндік беретін математикалық модель әзірленді.

Коммерциялық банк үшін, ең алдымен, келесі көрсеткіштер қызығушылық тудырады

- үй шаруашылықтарының, қаржылық емес корпорациялардың және мемлекеттік басқару органдарының депозиттері),,,

- мемлекеттік басқару органдарының, қаржылық емес және қаржы корпорацияларының шоттарындағы қаражат

- өңірдің кредиттік ұйымдарының корчета,

- үй шаруашылықтары аймақтың банк жүйесінде алған кредиттер

- қаржылық емес корпорациялар мен мемлекеттік басқару органдары алған кредиттер

Негізгі макроэкономикалық өңірлік үрдістерді бағалау үшін жұмыста мынадай көрсеткіштер пайдаланылды - өңірлік ақша массасы, мұнда М,- өңір аумағында айналымда қолма - қол ақшасыз ақша, М0-өңір аумағында айналымда қолма-қол ақша)

- аймақтың банк жүйесі балансының валютасы

- аймақтың банк жүйесі бойынша қаржылық нәтиже

- банк жүйесінің капиталы (өз қаражаты))

Жұмыста өңірдің банк жүйесінің көрсетілген экономикалық көрсеткіштерін модельдеу және болжау міндеті регрессиялық талдау әдістері негізінде шешілді[5].

Әзірленген эконометриялық модельде талданатын экономикалық көрсеткіштер арасындағы зерттелетін стохастикалық байланыстарды сипаттайтын регрессиялық типтегі теңдеулер жиынтығы бар.

Ең бастысы - жобаның мақсаттары мен міндеттерін нақты анықтау және оны іске асыру мүмкіндігі.Жоспар бойынша жұмысты аяқтағаннан кейін, әзірлеушілер оған сыни тұрғыдан қарау керек (негізгі ойлар айқын ба, бұл шынайы ма), бизнестегі мүмкін өзгерістерді модельдеу (жағдайды дамытудың ең жақсы және нашар сценарийлерін бағалау), күтпеген жағдайларға жоспар құру, іс-қимыл жоспарын құру (жауапкершілікті бөлу) , күндерді көрсетіңіз).

Математикалық модель дегеніміз - математикалық тұжырымдамаларды қолдану арқылы жеңілдетілген сипаттау. Математикалық модельдеу дегеніміз - нақты процестер мен құбылыстардың математикалық модельдерін құру және зерттеу процесі[6]. Математикалық аппараттарды қолданатын барлық жаратылыстану және әлеуметтік ғылымдар негізінен математикалық модельдеумен айналысады: олар нақты объектіні оның моделімен алмастырады, содан кейін соңғысын зерттейді. Кез-келген модельдеу жағдайындағыдай, математикалық модель толық зерттелген құбылысты сипаттамайды, сондықтан алынған нәтижелердің қолданылуы туралы сұрақтар өте маңызды. Математикалық әрекеттің алгоритмі ретінде математикалық модельдеу әдісі үш кезеңнен тұрады:

1.нысанның (құбылыс, процесс) математикалық моделін құру;

2.алынған модельді зерттеу, яғни математикалық есепті математика көмегімен шешу;

3. алынған шешімді бастапқы жағдай тұрғысынан түсіндіру.

BPwin бизнес-процестерді модельдеу және құжаттау үшін қуатты құрал болып табылады. Бұл өнім IDEF0 (функционалды модельдеу үшін интеграцияны анықтау) модельдеу технологиясын қолданады, бұл бизнес-процестерді модельдеуге арналған ең көп таралған стандарт.

IDEF0 диаграммалары түсінікті және түсінікті, сонымен бірге олар компания идеясын ресімдейді, әзірлеуші мен қосымшаның болашақ қолданушысы арасында ортақ тіл табуға көмектеседі.BPwin моделі - бұл иерархиялық байланысты және реттелген диаграммалар жиынтығы, олардың әрқайсысы алдыңғы жоғарғы деңгейдегі әрекеттің сипаттамасы (ыдырауы) болып табылады.

Әрбір модельде жоғары деңгейлі бір диаграмма бар, ол модельдендірілген процестің жалпы функциясын анықтайтын бір ғана әрекетті қамтиды. Модельдерде процесс қарастырылатын перспективаны анықтайтын «көзқарастар» деп аталады.

Мысалы, процесті қарастыру үшін модельденген процесс өтетін компанияның бөлім басшысының пікірін таңдауға болады.

IDEF0 стандартына қосымша, BPwin сонымен қатар DFD (мәліметтер ағынын диаграмма) және IDEF3 (жұмыс процесі) модельдеу әдістерін қолдайды.

DFD әдістемесі компания нәтижесінде пайда болатын мәліметтер ағындарын сипаттау үшін қолданылады. IDEF3 әдістемесі процестердің (жұмыстың) ағымын, процестер мен осы процестермен өзгертілетін объектілердің өзара әрекеттесуін графикалық сипаттау үшін қолданылады.

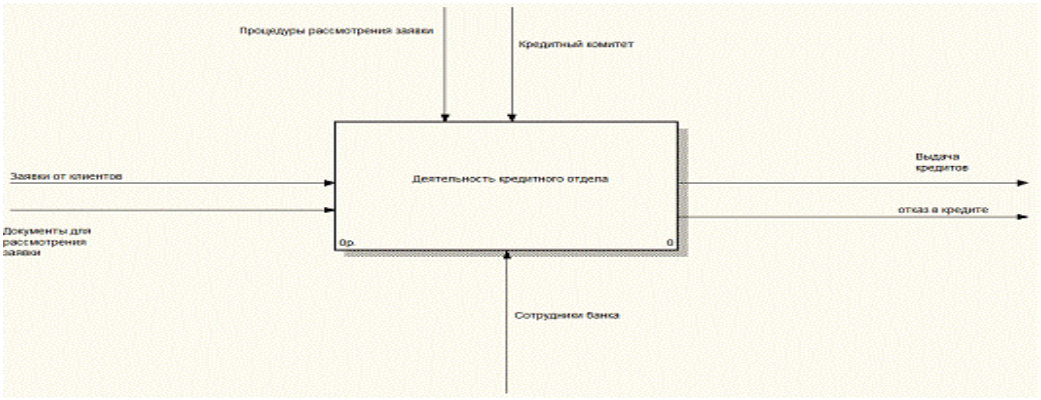
Жүйені жобалаудың бастапқы кезеңінде бизнес-процестерге жүйелік талдау жүргізу үшін корпоративті стандартқа байланысты осы модельдеу әдістерінің әртүрлі типтері немесе комбинациясы қолданылуы мүмкін [7].

BPwin функционалдығы сызбаларды салу кезінде ғана емес, сонымен қатар модельдің тұтастығы мен сәйкестігін тексеруде де қажет. BPwin диаграмма элементтерін анықтауда және сипаттауда логикалық анықтық береді, сонымен қатар диаграммалар арасындағы қатынастардың тұтастығын тексереді.

IDEF0 IDEF0 көмегімен жүйенің сипаттамасы функционалды модель деп аталады. Функционалды модель бизнес-процестерді сипаттауға арналған: онда табиғи және графикалық тілдер де қолданылады.

Белгілі бір жүйе туралы ақпаратты беру үшін графикалық тілдің көзі - IDEF0 әдіснамасының өзі. IDEF0 әдістемесі диаграммалардың иерархиялық жүйесін - жүйенің фрагменттерінің жалғыз сипаттамасын құруды қарастырады.

Жұмыстың сыртқы әлеммен және бір-бірімен өзара әрекеттесуі ұштарында бағыттауыштары бар жалғыз сызықтармен бейнеленген бағыттауыштар түрінде сипатталады. Көрсеткілер кейбір ақпаратты білдіреді және зат есім деп аталады.



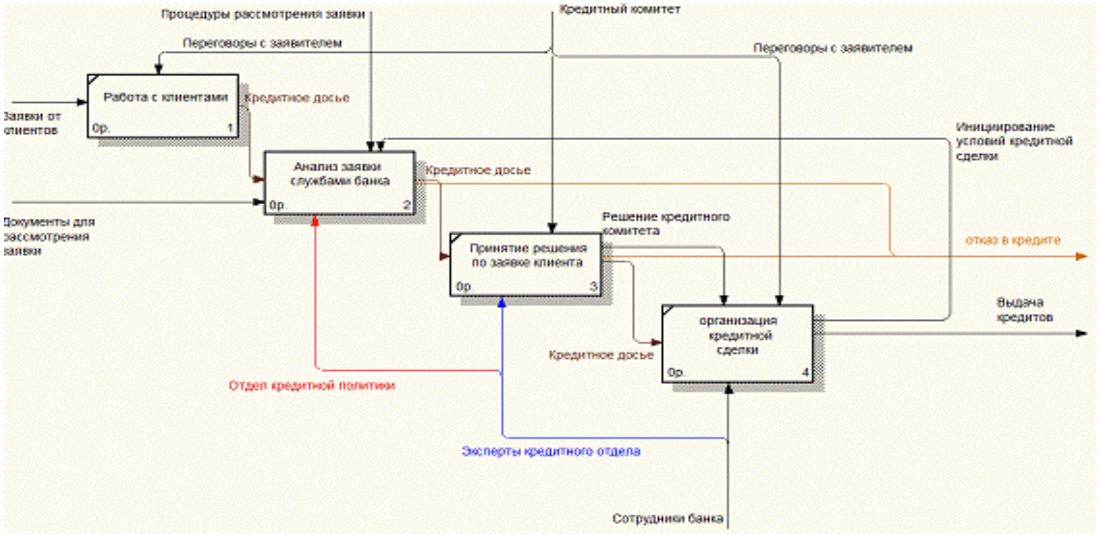
Сурет 1. Несие бөлімі

Бұл суретте несие бөлімінің жұмыс сызбасы көрсетілген. Несие бөлімі клиенттерден өтініштер мен өтініштерді қарастыру үшін және болашақта несиелік операцияларды жасасу үшін қажетті құжаттар алады.

Клиент ұсынған мәліметтер банктің шарттарына немесе саясатына сәйкес келмесе, шығу кезінде несиелер беріледі немесе несиелер берілмейді.

Несие бөлімінің тетігі - бұл банк қызметкерлері, өз кезегінде басқару белгіленген өтінімдерді қарау процедуралары мен несиелік комитет арқылы жүзеге асырылады.

Несие бөлімінің жұмыс схемасын толығырақ қарастырайық.

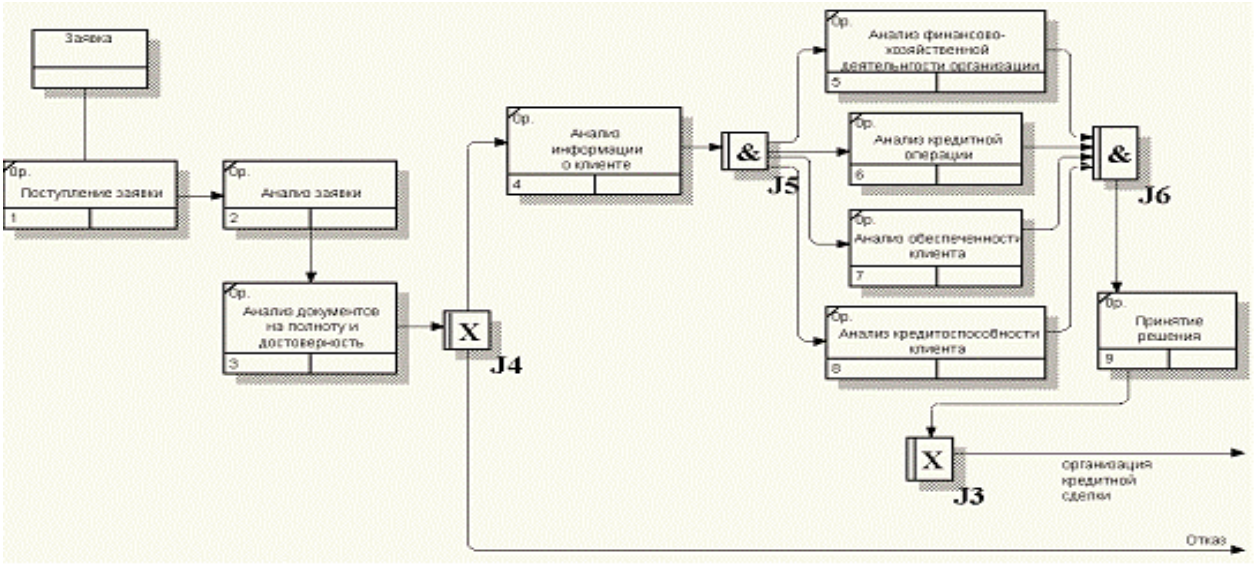


Сурет 2. Несие бөлімінің жұмыс схемасы

Сонымен, несие алу үшін банкке клиент келді. Келіссөздер барысында ол өтінішті қарау үшін қажетті құжаттарды ұсынады.Несиелік комитет берілген мәліметтерді қарастырады, мәліметтер сәйкес келмеген жағдайда несие беруден бас тартады.

Егер бәрі тәртіппен болса, онда қарыз алушының несиені қайтара алатындығына көз жеткізу үшін мәліметтер бөлімнің мамандарына егжей-тегжейлі қарау үшін жіберіледі.Барлық шарттар орындалғаннан кейін, банк несие беруге келіседі, бұл туралы клиентке хабарлайды және онымен несиелік мәміле жасайды.

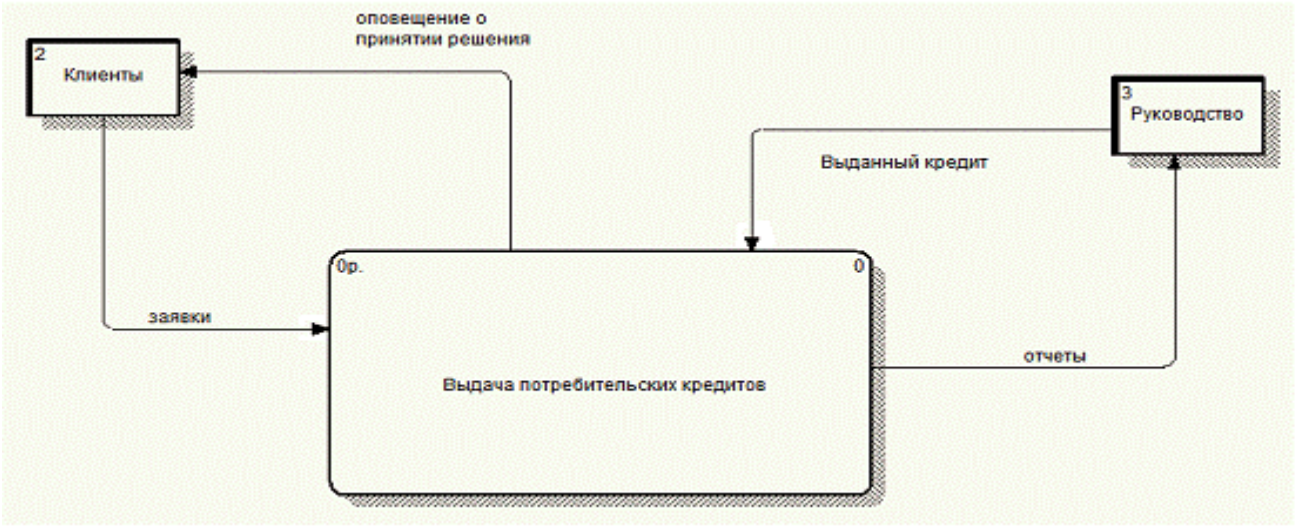
Осы жұмыстың мысалын қолдана отырып, біз IDEF3 банктік қызметтердің өтінімдерін талдау процесінің диаграммасын құрамыз.



Сурет 3. Банк қызметтерін ұсыну

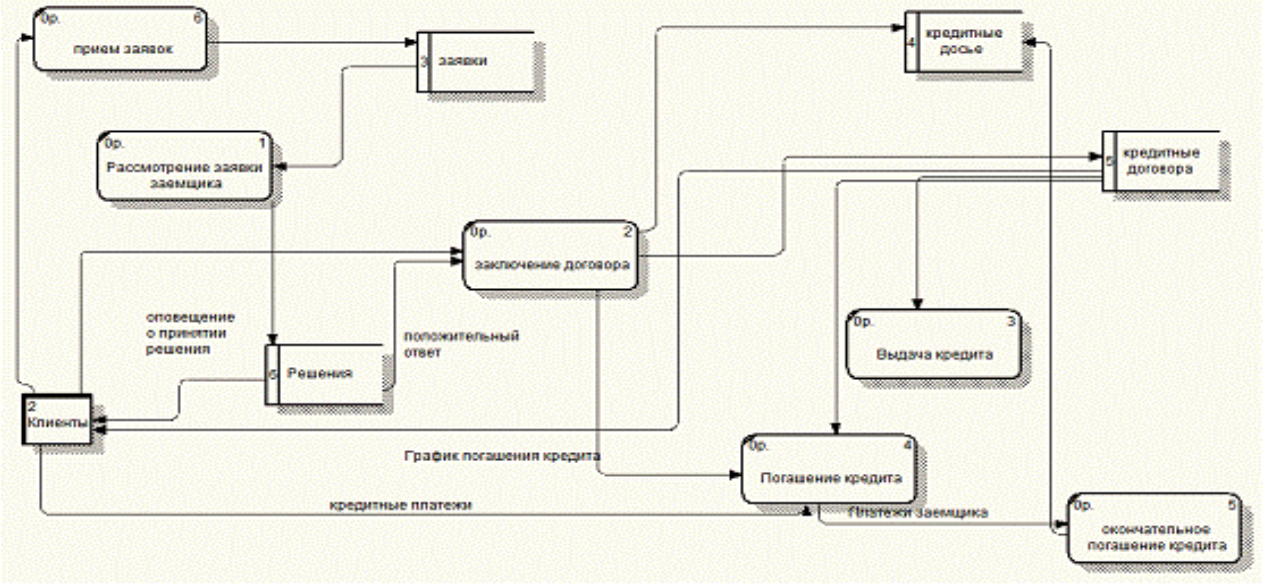
Сонымен, клиент банкке несие алуға өтінішпен келді. Клиентпен келісім жасамас бұрын, несие бөлімінде клиент ұсынған мәліметтер талданады: клиент туралы жеке деректер, берілген мәліметтердің барлығы және т.б.

Егер IDEF0 әдіснамасына сәйкес модельдеу кезінде жүйе өзара байланысты функциялар желісі ретінде қарастырылса, онда DFD диаграммасын құру кезінде жүйе өзара байланысты функциялар желісі ретінде қарастырылады, яғни. субъектілердің (объектілердің) тіркесімі ретінде қарастырылады [8].



Сурет 4. Клиенттермен менеджердің жұмысын байланыстыру

Бұл диаграммада біз несие беру процесінде 2 көз - клиенттер мен менеджменттің қатысатынын көреміз. Бұл схеманы толығырақ қарастырайық.



Сурет 5. Өтініштерді несиелік комитетке жіберу процесі.

Сонымен, клиенттер несие алуға жүгінеді. Барлық өтініштер банктің ақпараттық жүйесіне енеді. Өтініштерді несиелік комитет қарайды, несиелік шешімдер ақпараттық жүйеге де енеді [10].

Банк қарыз алушыға оның өтініші қанағаттандырылғанын хабарлайды, ал егер клиент транзакцияны жалғастыруға келіссе, клиенттің несие құжаттары ашылып, келісім жасалады.Осыдан кейін несиені өтеу кестесі құрылады, қарыз алушы несиені төлейді, ал несие бойынша төлем аяқталғаннан кейін несие құжаттамасының аяқталғаны туралы ақпарат енгізіледі.

Бизнес процесті автоматтандыру туралы ұсыныс. Несие - бұл өте жиі кездесетін жағдай. Нәтижесінде, адамдар күн сайын несие алу немесе төлеу үшін кезек күтеді [11].

Осы себептен тұтынушылық несие берудің типтік схемасын Интернет арқылы қосымшаны қосу арқылы өзгертуге болады, оның арқасында клиент Интернет-ресурсқа өтіп, өтініш беру нысаны бар, оны толтырып, электронды пошта мекен-жайына жауап күтіп, кіре алады. қарыз шартын жасасу.Тұтынушылық несиелік бизнес моделі болып табылады[12.Бұл жоба тұтынушылық несие беру процесінің бизнес-моделін құру үшін жасалған.

Бизнес-модельді жобалау BPWin 4.1 - қуатты бағдарламалық өнімнің көмегімен жүзеге асырылады, оның көмегімен бизнес-процестерді модельдеу, талдау, сипаттау және одан әрі оңтайландыруға болады.

BPwin көмегімен сіз бизнес-процестердің графикалық үлгілерін жасай аласыз. Жұмыс процесінің графикалық көрінісі, жұмыс процесін ұйымдастыру, әртүрлі ақпарат алмасу бизнесті ұйымдастырудың қолданыстағы моделін көзбен көруге мүмкіндік береді [13].

Бұл ұйымды басқару мәселелерін шешу үшін алдыңғы қатарлы инженерлік технологияларды қолдануға мүмкіндік береді. Даму процесінде банктің несие бөлімінің жұмыс істеу процесі талданды.

Жүйе компоненттері мен сыртқы ықпалдарды анықтау үшін, басқа сөзбен айтқанда, дәл қандай жүйесінде енгізілген және одан тыс жерлерде орналасқанды құру қажеттігін түсінді. Басқаша айтқанда, бастапқыда модельдеу аймақты анықтап алуымыз керек. Бүкіл жүйе ретінде өнер және оның компоненттерінің сипаттамасының моделін құру үшін негіз болып табылады. Нақтылау Business Process бірінші қарағанда функционалдылық айқын көрінеді, тіпті жерде ұйымның кемшіліктерді көрсетеді.тиімсіз іс-белгілері, пайдасыз болуы басқарылмайтын және жұмысты қайталамауы, тиімсіз жұмыс процесі, қажетті уақытта қажетті жерде кері байланыс басқару жоқтығы болып табылады, және т.б. болады[14]. Бизнес-процестердің жаңа үлгісін - TO BE-моделін құру кезінде кемшіліктер (болып) түзетілген болуы мүмкін AS-моделін табылды. TO-BE компанияның жұмысы және құжаттама болашақта бизнес жасау жолдарын талдауда қажет моделі [15].

Нәтижесінде құрылған бизнес-модель зерттеліп жатқан процесті көзбен көруге, оның кемшіліктерін анықтауға және оңтайландырылған мінез-құлық моделін ұсынуға мүмкіндік береді.

Модельді құрастыру барысында:

1. AS IS функционалды моделі үш диаграмманы қамтиды: Зерттелетін модельдің жалпы көрінісін ұсыну үшін IDEF0 b.IDEF3, тұтынушы сұраныстарын талдау процесін толығырақ қарастыру үшін. Осы модельде мәліметтер ағынын қалай және қалай таратытындығы туралы көбірек көрнекі түрде көрсету үшінDFD.

2. Ағымдағы бизнес-процестің кемшіліктерін оңтайландыруға арналған TO BE функционалды моделі.

Оңтайландырылған модель банкке клиенттермен тиімді жұмыс істеуге мүмкіндік береді, оларды ұзақ келіссөздерден және үлкен кезектердегі бос уақыттардан құтқарады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Бабешко, Л. О. Математическое моделирование финансовой деятельности. Учебное пособие / М.: КноРус, 2016. - 224 с.

[2] Белов, П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование. Учебник и практикум. Часть 2. М.: Юрайт, 2016. - 252 с.

[3] Семакин И.Г. Программирование, численные методы и математическое моделирование - М.: КноРус, 2016. - 304 с.

[4] Юдин, С. В. Математика и экономико-математические модели. Учебник / С.В. Юдин. - М.: Инфра-М, РИОР, 2016. - 376 с.

[5] Даниленко, С. А. Банковское потребительское кредитование / С.А. Даниленко, М.В. Комиссарова. - М.: Юстицинформ, 2016. - 384 с.

[6] Крюков, Р. В. Банковское дело и кредитование / Р.В. Крюков. - М.: А-Приор, 2016. - 236 с.

[7] 7. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. - СПб.: Лань, 2016. - 292 с.

[8] Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы: вычислительные системы. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики / С.В. Емельянов. - М.: Ленанд, 2015. - 96 с.

[9] Жирков, А.М. Математическое моделирование систем и процессов: Учебное пособие / А.М. Жирков, Г.М. Подопригора, М.Р. Цуцунава. - СПб.: Лань КПТ, 2016. - 192 с.

[10] Кузнецова, Е. И. Деньги, кредит, банки / Е.И. Кузнецова. - М.: Юнити-Дана, 2016. - 528 с.

[11] Лаврушин, О. И. Банковское дело. Современная система кредитования / О.И. Лаврушин, О.Н. Афанасьева, С.Л. Корниенко. - М.: КноРус, 2017. - 264 с.

[12] Зайдель, А.Н. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: Учебное пособие / А.Н. Зайдель. - СПб.: Лань, 2016. - 304 с.

[13] Тютюнник, А.В. Информационные технологии в банке / А.В. Тютюнник, А.С. Шевелев. - М.: БДЦ-пресс, 2016. - 368 с.

[14] Информатика и прикладная математика. Учебное пособие. - М.: АСВ, 2016. - 588 с.

[15] Акопов, А. С. Имитационное моделирование. Учебник и практикум / А.С. Акопов. - М.: Юрайт, 2015. - 390 с

Жоранова Н.Ж, Боранкулова Г.С.

Оптимизация процесса потребительского кредитования и математическое моделирование

Резюме. В статье рассматривается разработка математических моделей, алгоритмов и компьютерных программ, позволяющих оптимизировать и автоматизировать процесс потребительского кредитования с учетом общих тенденций изменения экономических показателей региона, а также особенностей работы с частными заемщиками. В целях оптимизации процесса потребительского кредитования описаны математические модели работ с использованием прикладных программ, механизм их выполнения. Оптимизированная модель позволяет банку эффективно работать с клиентами

Ключевые слова: кредит, модель, моделирование, диаграмма, потребительский кредит, банк, математическая модель, риск.

УДК 624.131

A.Z. Zamanbekova, B.A. Unaspekov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: anar_27.18@mail.ru

GAS FUEL COMBUSTION

Abstract. The compositions of organic and inorganic fuels are considered. The composition of the gaseous fuel used for combustion in boilers and industrial furnaces is considered in detail.
Key words: fuel, energy, hydrogen, natural gas, combustion, burner.

А.Ж. Заманбекова, Б.А. Унаспеков
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: anar_27.18@mail.ru

ГОРЕНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА

Аннотация. Рассмотрены составы органических и неорганических топлив. Подробно рассмотрен состав газообразного топлива, используемого для сжигания в котельных и промышленных печах.
Ключевые слова: топливо, энергия, водород, природный газ, горение, горелка.

Горючее – топливо, которое выделяет необходимое количество теплоты при взаимодействии с другим веществом (окислителем); при этом химические компоненты горючего переходят в его окислы. Расщепляющееся – топливо, которое выделяет необходимое количество теплоты в результате расщепления при определенных условиях молекул других химических элементов [1-4].

Горючее топливо делится на органическое и неорганическое. Органическое топливо включает углеводородные химические соединения природного и искусственного происхождения, углерод и водород, а также их смеси. Неорганическим топливом являются неорганические вещества и их композиции, которые при взаимодействии с окислителем выделяют большое количество теплоты. Такими веществами могут быть металлы: алюминий (Al), магний (Mg), железо (Fe) и др. Чтобы горючее топливо выделило теплоту, необходима его химическая реакция с другим веществом — окислителем. В качестве окислителя в общем случае могут использоваться как чистый кислород (O_2,) и его модификации (O, O_3,), так и другие активные химические соединения - окислители: азотная кислота (HNO_3,), перекись водорода (H_2O_2) и др. В энергетических установках в качестве окислителя, как правило, применяют воздух, содержащий 21 % (по объему) кислорода, и в особых случаях - чистый кислород.

Органическое топливо делят на ископаемое природное и искусственное, которое, в свою очередь, делится на композиционное и синтетическое. Ископаемое природное топливо - это топливо, накопленное в недрах Земли и являющееся продуктом биохимических и химических превращений органического вещества растений и микроорганизмов, существовавших на Земле 0,5—500 млн лет назад. К нему относятся: уголь, сланец, торф. природный газ, извлекаемые человеком из недр Земли. Искусственное топливо — это органическое топливо, созданное человеком путем соответствующей переработки, как правило природных соединений (в том числе и природных топлив), с целью получения топлив с новыми, наперед заданными свойствами. Композиционное топливо - это механическая смесь горючих (в том числе органического топлива), а в ряде случаев горючих и негорючих веществ, обладающая новыми теплотехническими свойствами по сравнению со свойствами исходных горючих. К композиционному топливу относятся топливные суспензии, топливные эмульсии, топливные брикеты, гранулы, топливо из горючих отходов и др. Синтетическое топливо - продукт термохимической переработки горючих веществ (в том числе и органического топлива), обладающий новыми теплотехническими свойствами по сравнению с исходным горючим веществом. К синтетическому топливу относятся все продукты переработки нефти: бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, жидкое топливо и газ, полученные из угля и др.

При производстве тепловой энергии для теплоснабжения на теплоэлектроцентралях, тепловых станциях, производственных и отопительных котельных используют в основном природное органическое топливо, однако уже в настоящее время созданы теплоэнергетические установки,

работающие на искусственном органическом и расщепляющемся топливе. Использование этих топлив в перспективе будет непрерывно расширяться.

Газообразное топливо представляет собой смесь нескольких, главным образом горючих газов. Горючие газы подразделяют на природные и искусственные (синтетические). К природным относятся газ, добываемый из чисто газовых месторождений, попутный газ, добываемый одновременно с добычей нефти, а также газ, добываемый из конденсатных месторождений. К природным газам также можно отнести газы, получаемые из недр Земли одновременно с другими полезными ископаемыми, например шахтный метан, выделяющийся при добыче угля, и др. Основными компонентами природного горючего газа являются предельные углеводороды. Природный газ, как правило, не содержит водорода, окиси углерода и кислорода, содержание азота и двуокиси углерода в нем невелико.

К искусственным (синтетическим) относятся газы, получаемые на заводах при переработке нефти (нефтезаводские газы); в процессе переработки угля (коксовый газ, газы полукоксования); при газификации угля (генераторный газ); в технологических процессах, связанных с переработкой твердого топлива (доменный газ, ваграночный газ и др.), а также сжиженные газы. Искусственные газы в зависимости от способа их получения могут кроме предельных углеводородов содержать водород, окись углерода, непредельные углеводороды.

Газы, добываемые из чисто газовых месторождений, в основном состоят из метана 85—95 % и являются сухими; низшая теплота сгорания этих газов в пересчете на сухое состояние (Q^{id}= 33—40 МДж/м^3; содержание в них N_2= 0—4 %; В CO_2, не более 15 %; H_2S не более 6%; плотность газов составляет 0,73—0,9 кг/м^3. Попутные нефтепромысловые газы помимо метана содержат значительное количество более тяжелых углеводородов (обычно свыше 150 г/м^3);В они состоят, %: из CH_4 —30—57; C_2H_6—13—20; C_3H_6—11—20; C_4H_{10}—3—20; C_5H_{12}—3—10. Их низшая теплота сгорания существенно выше, чем у газов, добытых из чисто газовых месторождений, и составляет 33,5-58,6 МДж/м^3. Газы, добываемые из конденсатных месторождений, состоят из смеси сухого газа и паров конденсата; они содержат, %: CH_4—84—93; C_2H_2—1—11, а также до 300-350г/м^3 конденсата (что составляет 30-40 % потенциальной теплоты сгорания газа). Конденсат при переработке выводится из газа, так что теплота сгорания очищенного газа в этом случае мало отличается от теплоты сгорания газа чисто газовых месторождений. Шахтный метан представляет собой смесь метана с воздухом с концентрацией метана от 2,5 до 40 % и выше. В энергетике используется только газ с концентрациями CH_4, находящимися за пределами взрывоопасности (менее 9 %— выше 30 % CH_4).

Искусственные горючие газы получают в результате разнообразных технологических процессов переработки нефти и горючих ископаемых, и поэтому их состав может быть самым различным. Искусственные газы можно условно разделить на газы с высокой и низкой теплотой сгорания. К газам с высокой теплотой сгорания относятся: нефтезаводские газы, газы полукоксования, коксовый газ, сланцевый газ, сжиженные газы; к газам с низкой теплотой сгорания относятся: генераторные газы, газы подземной газификации угля, доменный газ, газы сланцевых заводов и др.

Коксовый газ содержит, %: H_2 6— 57, CO 6,5— 13, CH_4 20—50; низшая теплота сгорания этого газа Q=16-23,2 МДж/м^3. Сланцевый газ также имеет низшую теплоту сгорания Q=23 МДж/м^3. Наиболее распространенными сжиженными газами, применяемыми в бытовых теплогенерирующих установках, являются: технический пропан, содержащий более 93 % смеси C_3H_8 + C_3H_6 с величиной Q=91,3 МДж/м^3 (46,0 МДж/кг); технический бутан, содержащий более 93 % смеси C_4H_{10}+C_4H_8, с величиной Q=118,7 МДж/м^3 (45,8 МДж/кг); смесь технического пропана и бутана с величиной Q=45.8-46 МДж/кг. Генераторные, доменные газы и газы подземной газификации углей содержат, %: H_2=13—15, CO=5-30, CH_4=0,5—7,0; их низшая теплота сгорания не превышает Q=3.5-64 МДж/м^3. Попутные технологические газы с очень низкой теплотой сгорания имеют Q=1—2 МДж/м^3, они содержат до 73—75 % молекулярного азота.

Горение газообразного топлива в потоке воздуха отличается от горения жидкого и твердого топлива тем, что оба реагирующих компонента находятся в одной газообразной фазе, поэтому возможны организация горения этого топлива как при полном (до молекулярного уровня) предварительном перемешивании реагирующих компонентов, так и без такого перемешивания, а также организация горения газовоздушной смеси, содержащей недостаточное для полного сгорания количество воздуха. Горение однородной газовой смеси происходит стационарно в некоторой зоне потока, в которую непрерывно поступает горючая смесь и из которой также непрерывно отводятся продукты сгорания.

В топочный объем газовоздушная смесь, как правило, вводится через сопло относительно малого сечения, в результате чего образуется турбулентная газовая струя, закономерности развития [5-7]. При входе в топочный объем струя газовоздушной смеси расширяется по направлению движения за счет эжектирования в нее газов с высокой температурой из окружающего струю пространства и одновременно частично разбавляется продуктами сгорания за счет поперечных турбулентных пульсаций (рисунок 1). В соответствии с теорией развития неизотермических струй в результате взаимодействия струи с окружающим ее нагретым пространством происходит ее нагрев в турбулентном пограничном слое. В ядре струи, где газы движутся с постоянной скоростью, равной скорости начального участка струи, температура остается постоянной и равной температуре газовоздушной смеси на выходе из сопла. В результате нагрева смеси в периферической зоне струи она воспламеняется, образуя зону горения.

Воспламенение струи происходит в ее наружных слоях по конической поверхности Д. В результате роста температуры сечение струи несколько увеличивается в зоне воспламенения $l_{зв}$. Турбулентный режим движения влияет на структуру поверхности горения.

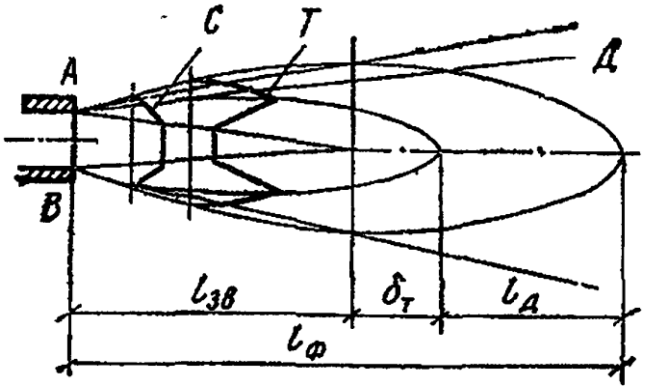


Рис.1. Схема развития турбулентного факела однородной смеси
С – кривая изменения концентрации горючей смеси; Т – кривая изменения температуры; $l_{зв}$ – длина зоны воспламенения; $l_ф$ – длина горящего факела; АВ – сечение сопла; $\delta_т$ – толщина фронта турбулентного горения; $l_д$ – зона догорания.

Воспламенение струи происходит в ее наружных слоях по конической поверхности Д. В результате роста температуры сечение струи несколько увеличивается в зоне воспламенения $l_{зв}$. Турбулентный режим движения влияет на структуру поверхности горения. Видимым фронтом горения является участок факела, включающий зону воспламенения $l_{зв}$ и толщину турбулентного фронта горения $\delta_т$. При больших скоростях струи степень выгорания топлива на этом участке достигает 90%. Остальные 10% горючего вступают в химическую реакцию с кислородом воздуха в зоне догорания $l_д$, протяженность которой тем больше, чем меньше скорость химического реагирования и чем больше скорость движения газов. Процесс горения предварительно перемешанной газовоздушной смеси протекает в кинетическом (или близком к нему) режиме.

При вводе в топочный объем предварительно не перемешанных потоков газообразного топлива и окислителя процесс горения протекает в диффузионном режиме, т. е. в режиме с определяющим влиянием массопереноса на процесс. Интенсивность диффузионного сжигания топлива зависит от совершенства смесеобразования. При турбулентном сжигании горючее и окислитель в зону горения вводят через горелочное устройство раздельно, при этом воздух могут вводить также через сопла, расположенные вне горелочного устройства. В простейшем случае при введении прямоточной струи газа в неподвижную среду или спутный поток окислителя (рисунок 2) через сопло 1 диффузионный процесс горения развивается следующим образом.

При турбулентном распространении газовой струи из окружающей среды в зону горения диффундирует воздух, а из ядра струи 2 — газообразное горючее. Диффузионные потоки горючего и воздуха вступают в химическую реакцию в зоне горения 3. Кривая изменения концентрации горючего, а имеет максимальное значение по оси струи, а кривая изменения концентрации кислорода в — в окружающей среде. В зоне горения 3 эти концентрации падают до нуля, а температура возрастает до

максимального уровня. Образующиеся в зоне горения 3 продукты сгорания диффундируют в окружающую среду, образуя зону смешения продуктов сгорания с окислителем 5, и к оси струи горючего, образуя зону смешения продуктов сгорания с горючим 4. Зона горения 3 в диффузионном факеле устанавливается по поверхности, где количество поступающих путем турбулентной диффузии горючего н окислителя находится в стехиометрическом соотношении, необходимом для их полного реагирования. Положение зоны горения определяется исключительно условиями турбулентной диффузии, а скорость горения - скоростью диффузии.

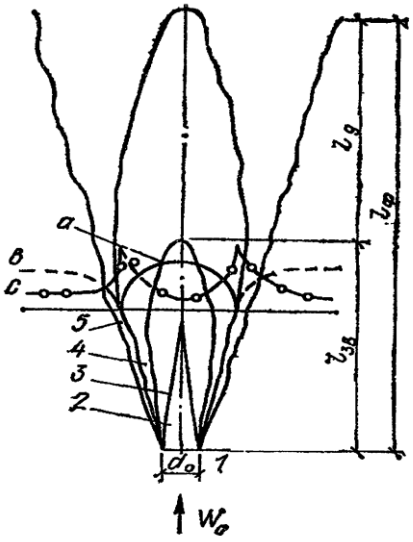


Рис.2. Схема развития турбулентного диффузионного газового факела
a – кривая изменения концентрации газообразного горючего; b – кривая изменения концентрации газообразного окислителя; l – сопло горючего газа; 2 – ядро струи горючего; 3 – зона горения; 4 – зона смешения горючего газа и продуктов сгорания; 5 – зона смешения продуктов сгорания с окислителем.

Для интенсификации процесса зажигания диффузионного факела создают условия, способствующие повышению интенсивности тепловыделения и понижению интенсивности теплоотвода у корня факела. Например, организуют приток к корню факела высокотемпературных продуктов сгорания, создают завихривание вводимого воздуха или устанавливают тепловые излучатели в виде огнеупорных излучающих вставок.

При организации горения газовоздушной смеси с недостаточным количеством воздуха только часть горючего сгорает, реагируя с кислородом, содержащимся в смеси. Несгоревшая часть горючего вместе с продуктами сгорания взаимодействует с кислородом окружающей среды, образуя вторую зону горения, положение которой подчиняется законам диффузионного горения.

Таким образом, пространство, занимаемое горящим факелом, делится на три области: 1) область между горелкой и первым фронтом пламени, где смесь еще не горит; 2) область между двумя зонами горения, где находится несгоревшее в первой зоне горения горючее; 3) область вне диффузионной зоны горения, где находится смесь продуктов сгорания с окислителем. Как и в случае чисто диффузионного горения, для полного протекания реакции здесь также решающее значение имеет смесеобразование. Из трех рассмотренных способов сжигания газообразного горючего при раздельной подаче горючего и окислителя наблюдается максимальная химическая неполнота сгорания.

По способу подвода воздуха газовые горелки делятся на две группы: инжекционные горелки с подачей воздуха при использовании инжектирующего эффекта потока газа и горелки с принудительной подачей воздуха дутьевыми вентиляторами. В районных котельных используют горелки второй группы, работающие на газе низкого давления, что обеспечивает безопасность и удобство эксплуатации. Недостатками этих горелок являются необходимость затраты электроэнергии на дутье и отсутствие само регулируемости соотношения «воздух—газ». В предельном случае при прекращении подачи воздуха (аварийная остановка дутьевого вентилятора) возможно погасание пламени при продолжающемся поступлении в топку газа. При попытке восстановить горение без предварительной вентиляции топки и газоходов возможен взрыв. Поэтому котельные агрегаты, оборудованные горелками с принудительной подачей воздуха, снабжают системой автоматического

регулирования подачи воздуха в соответствии с расходом газа и автоматической блокировкой, прекращающей подачу газа при недоступном уменьшении расхода воздуха [8-11].

Для образования горючей смеси применяют два метода: разделение потока газа на тонкие струи и повышение турбулентности газовоздушного потока. Характерной особенностью сжигания природного газа является образование горючей смеси из различных количеств газа и воздуха: на 1 $м^3$ природного газа расходуется около 20 $м^3$ горячего воздуха, так что сечение для газа мало по сравнению с сечением для воздуха. Это позволяет для образования горючей смеси подавать газ тонкими струями со скоростью 100 м/с и более в мощный поток воздуха, имеющего скорость 20—40 м/с. Разделение газа на тонкие струи обеспечивает эффективное смесеобразование и является характерным для всех горелок, предназначенных для сжигания природного газа в топках котельных агрегатов. Для равномерного распределения газа в горелках большой производительности с большим сечением воздушных каналов глубина проникновения газовых струй должна быть различной. Достаточно организовать развитие газовых струй в двух-трех слоях воздушного потока (рисунок 3), причем распределению газа по слоям должен соответствовать расход воздуха в них.

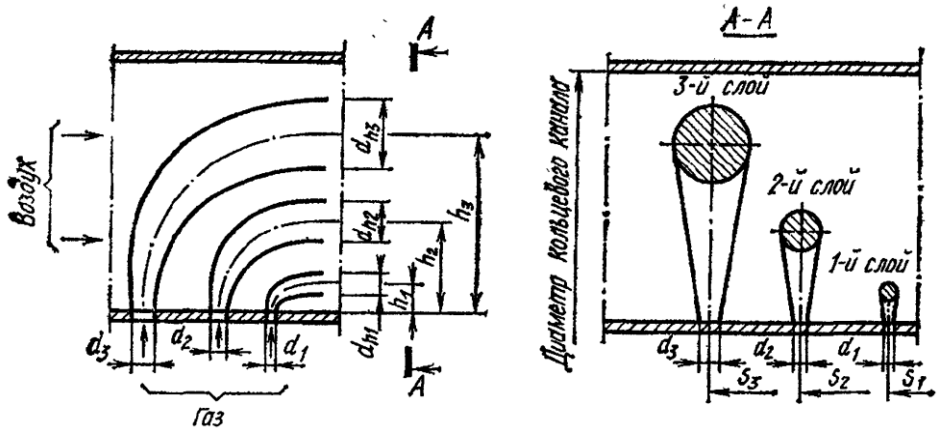


Рис.3. Схема развития газовых струй при разных диаметрах отверстий для истечения газа

В топке, работающей на газовом топливе, можно получить любую степень светимости факела: от несветящегося до светящего. Основным фактором, влияющим на светимость факела, являются условия смесеобразования. В горелках с предварительным смешением (полное и равномерное смешение воздуха и газа в начальной части горелки) сажа не образуется и получается несветящийся факел. При раздельной подаче в топку газа и воздуха ухудшаются условия перемешивания вследствие замедления процессов смешения и горения, что приводит в конечном счете к образованию сажи и резкому повышению светимости факела. Для сжигания природного газа в котельных агрегатах наибольший интерес представляет частичное перемешивание газового и воздушного потоков в пределах газовой горелки; в топке же завершается процесс смесеобразования. Такой метод смесеобразования позволяет обеспечить необходимую светимость факела, а следовательно, и прямую отдачу в топке, а также повышает устойчивость горения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Липов. Ю.М. Котельные установки и парогенераторы/ Ю.М. Третьяков. – М.: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, Институт компьютерных исследований, 2012. – 592 с.

[2]. Дубовкин Н.Ф., Японский Л.С., Шигабаев Т.И., Галимов Ф.М. Инженерные методы определения физико-химических и эксплуатационных свойств топлив. Казань: Мастер Лайн, 2000 - 378 с.

[3]. Делягин Г.Н., Лебедев В.Н., Пермяков В.А. Теплогенерирующие установки. – М.: Стройиздат, 1986. – 559 с.

[4]. Винтовкин А.А., Ладыгичев М.Г., Усачев А.Б. Совренменные горелочные устройства (конструкции и технические характеристики). М.: Машиностроение-1, 2001 – 496 с.

[5]. Л. А. Вулис. Тепловой режим горения. М., Госэнергоиздат, 1954

[6]. Основы практической теории горения. Под. ред. В.В. Померанцева. – Л.: Энергия, 1973.-264 с.

[7]. Энергетическое топливо СССР: (ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий газ). Справочник / Матвеева И.И., Новицкий Н.В., Вдовченко В.С. и др. – М.: Энергия, 1979. - 128 с.

[8]. Эстеркин Р.И. Промышленные парогенерирующие установки. – Л.: Энергия. Ленингр. отделение, 1980. – 400 с .

[9]. Henein M.A., Bolt J.A. Kinetic considerations in the autoignition and combustion of fuel sprays in swirling air//Pap. ASME, 1972. -12 pp.

[10]. А.В. Арсеев. Сжигание природного газа, Металлургиздат, М. 1963, с.407.

[11]. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства воздуха и продуктов сгорания топлив. М., Госэнергоиздат, 1962.

Заманбекова А.Ж., Унаспеков Б.А.

Газ тәрізді отынның жануы

Түйіндеме. Органикалық және бейорганикалық отындардың құрамы қарастырылды. Қазандық және өнеркәсіптік пештерде жағу үшін пайдаланылатын газ тәрізді отынның құрамы егжей-тегжейлі қарастырылды.

Түйінді сөздер: отын, энергия, сутегі, табиғи газ, жану, оттық.

УДК 621.311

B. Bekkozhina, A. Demyanenko, K.Koshekov, A.Aitylina

REVIEW OF METHODS FOR FORECASTING ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION

Abstract. This article provides an overview of methods for predicting power consumption. The most used is the statistical forecasting method based on regression and correlation analyzes. At the same time, for forecasting power consumption, artificial neural networks are becoming increasingly popular. The work of scientists on the application of these methods in practice is analyze.

Keywords: Prediction of power consumption, methods for predicting the consumption of electric energy, statistical forecasting methods, artificial neural networks.

Б.К. Беккожина, А.В. Демьяненко, К.Т. Кошеков, А.М. Айтулина
(Северо-Казахстанский государственный университет им.М.Козыбаева,
Петропавловск, Казахстан, E-mail: bekkozhinab@mail.ru)

ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В данной статье дается обзор методов прогнозирования электропотребления. Наиболее применяемым является метод статистического прогнозирования, основанный на регрессионном и корреляционном анализах. Вместе с тем, для целей прогнозирования электропотребления, в настоящее время все большую популярность приобретают искусственные нейронные сети. Проанализированы работы ученых по применению этих методов на практике.

Ключевые слова: Прогнозирование электропотребления, методы прогнозирования потребления электрической энергии, статистические методы прогнозирования, искусственные нейронные сети.

В настоящее время для снижения общих издержек предприятия рациональное использование электрической энергии является актуальным вопросом. Для того, чтобы уменьшить экономический ущерб на предприятиях необходимо своевременно проводить энергосберегающие мероприятия. Одним из методов решения проблем электроснабжения является прогнозирование потребления электрической энергии.

Потребление электроэнергии зависит от объемов выпуска продукции, погодных условий, времени года, времени суток, характеристик электрического оборудования и т.д. Для прогнозирования потребления электроэнергии энергоемкими предприятиями со сложным технологическим процессом, имеющими распределенную структуру потребителей, прогнозирование потребления электрической энергии должно осуществляться с учетом динамики технологических и энергетических показателей.

Прогнозирование – это сложный процесс, в котором необходимо решать большое количество различных вопросов. Прогнозирование электропотребления энергоемких предприятий классифицируют следующим образом:

- краткосрочное прогнозирование – прогнозируемый период от одного часа до недели. Этот метод применяется при почасовом прогнозе для оперативного управления энергосистемой;

- среднесрочное прогнозирование – прогнозируемый период от одного месяца до 5 лет. Этот метод используют при оценке запасов топлива и для тарификации цен электропотребления потребителей;

- долгосрочное прогнозирование – прогнозируемый период от 5 до 10 лет. Применяется для определения мощности и типа проектируемых, а также находящихся в эксплуатации электрических станций и подстанций [1].

Для прогнозирования объемов потребления электроэнергии применяются различные методы, которых на сегодняшний день существует огромное количество, но чаще всего на практике используются не более 10. Все основные методы прогнозирования потребления электрической энергии классифицируют так, как показано на рисунке 1 [2].



Рис.1. Классификация методов прогнозирования электропотребления

Методам прогнозирования объемов потребления электрической энергии всегда уделялось большое внимание. Ряд теоретических идей, в основном базирующихся на линейных моделях, был выдвинут довольно давно [3,4]. До настоящего времени разработано большое число методов и моделей прогнозирования электропотребления.

Среди классических методов наибольшее распространение получили методы статистического прогнозирования основанные на корреляционном и регрессионном анализе, так как они учитывают влияние широкого набора входных параметров (формирование утреннего и вечернего максимумов, метеорологические факторы и т.д.) на выходные прогнозные данные электропотребления. Основной целью регрессионного анализа является выявление зависимости случайной величины Y от независимых переменных x_j (j = 1, 2..., k). Применению классических методов прогнозирования посвящено много работ, так, например, Приходько В.М., Ивлев М.Л. [5] предложили методику прогнозирования электропотребления, базирующаяся на обработке статистических данных предыдущих периодов и планируемых основных производственных и прогнозируемых природных факторов.

K. G. Tay, Y. Y. Choy, Audrey Huong [6] выполнили прогнозирование потребления электроэнергии методом множественной линейной регрессии для Малазийского университета. Прогнозируемые результаты могут послужить катализатором для возможных действий со стороны руководства. Например, если управляющая команда обнаружит, что потребление электроэнергии резко возрастает, они могут обучить пользователей экономить потребление электроэнергии. Этот метод дал хороший результат с ошибкой в 10,62%.

Порохова Н.В. [7-8] при построении прогноза потребления электроэнергии использовала модель, основанную на душевом потреблении электроэнергии, уровне валового внутреннего продукта и населении.

Среди интеллектуальных методов прогнозирования наибольшее распространение получили методы с применением искусственных нейронных сетей. Искусственные нейронные сети – это совокупность нейронов и связей между ними. На входы нейрона поступает информация извне или от других нейронов. Каждый нейрон характеризуется функцией преобразования входных сигналов в выходной. Методам прогнозирования с применением искусственных нейронных сетей тоже посвящено много работ. Так, например, Соломкин А.В. [9] делает прогноз электропотребления на несколько ближайших дней на основе искусственных нейронных сетей, и приходит к выводу о том, что данная методика зарекомендовала себя при использовании на относительно короткие промежутки времени (не более чем на 5-6 дней) во избежание существенных отклонений по прогнозу и значительной ошибки в оценках.

S.Simsar, M.Alborzi, J.Nazemi, M.AbbasiLayegh [10] в своей работе спрогнозировали спрос на электроэнергию с применением модели нейронных сетей для западного региона Азербайджана. Сравнивая результаты, полученные от шести различных нейросетевых моделей прогнозирования спроса на электроэнергию, они выявили , что в качестве оптимальной нейросетевой модели выбран шестой сценарий, имеющий наименьшую погрешность.

Воронов И.В., Политов Е.А., Ефременко В.М. [11] предлагают использовать для краткосрочного прогнозирования планового почасового потребления электроэнергии алгоритмы, построенные на нейронных сетях.

Кроме этого, существует ряд работ, в которых сравнивают применение статистических методов и методов с применением искусственных нейронных сетей. Так, в своей работе Иващенко В.А., Колоколов М.В. [12] выполнили прогноз суточного потребления электроэнергии промышленным предприятием на основе статистических методов и искусственных нейронных сетей. При прогнозировании статистическими методами они построили модель при кусочно-линейном и полиномиальном сезонных трендах. А при прогнозировании с помощью искусственных нейронных сетей они использовали перцептрон. Обучение сети осуществлялось на основе метода Коши и алгоритма обратного распространения ошибки.

Васильев Д.А., Колоколов М.В [13] создали гибридную модель автоматизированного прогнозирования электрических нагрузок промышленных предприятий состоящую из фильтра Брауна и искусственных нейронных сетей. За счет адаптации к характеру изменения электрических нагрузок в режиме реального времени эта модель обладает более высокой точностью прогноза.

F. Kaytez, C. Taplamacioglu, E. Cam, F. Hardalac [14] сравнили методы регрессионного анализа, нейронные сети и машины опорных векторов наименьших квадратов для долгосрочного прогнозирования потребления электрической энергии Турции. В результате чего, модель на основе машины опорных векторов наименьших квадратов привела к абсолютному обучению, ошибка прогноза составила 0,876%. Это намного меньше чем прогноз методами регрессионного анализа и применением искусственных нейронных сетей.

P.Suksawang, S.Suphachan, K.Kaewnuch [15] спрогнозировали потребление электроэнергии в Таиланде с использованием гибридной модели SARIMA (суточные авторегрессионные интегрированные двигающих среднее модели) – нейронные сети и Гауссовского процесса с использованием метода комбинированных функций ядра. Модель с применением Гауссовского процесса показала меньше ошибки (4,7%), чем модель SARIMA – нейронные сети. Результаты, полученные в результате прогнозирования, могут быть использованы для составления плана и определения размеров и количества электростанций каждого типа, которые будут построены для удовлетворения потребления электроэнергии в будущем, а также потребления топлива.

Заключение

Прогнозирование объемов потребления электрической энергии является важной научно-технической задачей. Повышение точности прогнозирования способствует снижению потерь, как от перепроизводства, так и от недоотпуска электрической энергии. Все это влияет на энергоэффективность как производителей, так и потребителей электрической энергии, особенно энергоемких.

Обзор методов прогнозирования потребления электрической энергии позволяет сделать вывод о том, что нет универсального, однозначно наилучшего метода, который смог бы учесть все особенности прогнозирования и факторы, оказывающие существенное воздействие на изменение объемов потребления электрической энергии. Для каждого конкретного случая электропотребления, с учетом длительности периода прогнозирования, есть свой наиболее оптимальный метод.

ЛИТЕРАТУРА

[1] W. Charytoniuk, M.S. Chen, Neural Network Design for Short Term Load Forecasting, IEEE International Conference of Deregulation of Power System Technologies, pp. 554+551, April 2000.

[2] Абдурахманов А.М., Володин М.В., Зыбин Е.Ю. Методы прогнозирования электропотребления в распределительных сетях. Электротехника: сетевой электронный научный журнал. 2016. Том 3, №1 3-23с

[3] Бэнн, Д.В.. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки [Текст] /Д.В. Бэнн, Е.Д. Фармер. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.

[4] Мызин, А.П. Методы и модели прогнозирования для развития электроэнергетических систем в условиях неопределённости и многокритериальности [Текст]: Дис. докт. техн. наук / А.П. Мызин. – Новосибирск, 1994. – 307 с.

[5] Приходько В.М., Ивлев, М. Л., Приходько, И. В. (2012). Методика прогнозирования электропотребления судоремонтного предприятия. Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, (1 (13)), 67-73.

[6] K. G. Tay, Y. Y. Choy, Audrey Huong, Forecasting electricity consumption by multiple linear regression, International Journal of Engineering & Technology, 7 (4) (2018) p.3515-3520.

[7] Порохова Н.В. Пространственная неравномерность в прогнозировании социально-экономических процессов (на примере энергопотребления): Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Москва, 2009.

[8] Порохова Н.В. Географические методы исследования в анализе и прогнозировании энергопотребления // Известия РАН. Серия географическая. 2009. № 3. С. 48-54.

[9] Соломкин А.В. Применение нейросетевых методов для прогнозирования потребления электроэнергии. – Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2009.

[10] S.Simsar, M.Alborzi, J.Nazemi, M.AbbasiLayegh, Forecasting Power Demand Using Neural Networks Model // International Journal of Engineeringand Advanced Technology (IJEAT)ISSN: 2249 –8958,Volume-2, Issue-5, June 2013, ***Р. 441-446.***

[11] Политов Е. А., Воронов И. В., Ефременко В. М. Использование нейронной сети для краткосрочного прогнозирования электропотребления промышленного предприятия Вестник Кузбасского государственного технического университета, № 6-1, 2006, 73-74 с.

[12] Иващенко В.А., Колоколов М.В., Васильев Д.А. Прогнозирование электропотребления промышленных предприятий на основе статистических методов и искусственных нейронных сетей // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2010. № 2 (45). С. 110 – 115.

[13] Васильев, Д. А., Колоколов, М. В. (2011). Модели автоматизированного прогнозирования электрических нагрузок промышленных предприятий. Управление большими системами: сборник трудов, (34), 254-266.

[14] F. Kaytez, C. Taplamacioglu, E. Cam, F. Hardalac Forecasting electricity consumption: A comparison of regression analysis, neural networks and least squares support vector machines // Electrical Power and Energy Systems №67, 2015, p.431-438.

[15] P.Suksawang, S.Suphachan, K.Kaewnuch, Electricity Consumption Forecasting in Thailand using Hybrid Model SARIMA and Gaussian Process with Combine Kernel Function Technique// International Journal of Energy Economics and Policy ISSN: 2146-4553, 2018, 8(4), 98-109.

Беккожина Б.К., Демьяненко А.В., Кошеков К.Т., Айтулина А.М.

Электр тұтынуды болжау әдістеріне шолу

Түйіндеме. Берілген мақалада электр тұтынуды болжау әдістеріне шолу жасалған. Регриссиондық және корреляциялық талдауға негізделген статистикалық болжау әдісі ең көп қолданылатын болып келеді. Сонымен қатар, электр тұтынуды болжау мақсатында қазіргі уақытта жасанды нейрондық желілер кеңінен танымал. Осы әдістерді тәжірибеде қолдану бойынша ғалымдардың жұмыстары талданды.

Түйінді сөздер: электр тұтынуды болжау, электр энергиясын тұтынуды болжау әдістері, болжаудың статистикалық әдістері, жасанды нейрондық желілер.

УДК 517.968.78
МРНТИ 27.33.19

K.Zh. Nazarova, K.I. Usmanov, ZH.S.Erkisheva
(Kh A. Yassawi International Kazakh–Turkish University, Turkistan, Kazakhstan)
E-mail: gjnazarova@mail.ru

THE UNIQUE SOLVABILITY OF A PARTICULAR CASE OF A SYSTEM OF INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH IMPULSIVE BOUNDARY CONDITIONS

Abstract: The paper considers a two-point boundary value problem for integro-differential equations with impulsive boundary conditions. An algorithm for solving the problem based on the parameterization method is proposed. Using the properties of the resolvent of integral equations, the equation is reduced to integral equations without derivatives on the right. Further, with the introduction of new parameters, the problem is reduced to a system of linear equations and to a special Cauchy problem with respect to the introduced parameters. A necessary and sufficient condition for the unique solvability of a two-point boundary value problem for a system of integro-differential equations with impulsive boundary conditions is established.

Key words: System of integro-differential equations, parameterization method, impulse boundary conditions, resolven.

К. Ж. Назарова, Қ. Ы Усманов, Ж. С. Еркишева
(Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан)
E-mail: gjnazarova@mail.ru

ИМПУЛЬСТІ ШЕТТІК ШАРТТЫ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІНІҢ БІР ДЕРБЕС ЖАҒДАЙЫНЫҢ БІРМӘНДІ ШЕШІМДІЛІГІ

Аңдатпа. Импульсті шеттік шартты интегро-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бірмәнді шешілімділігін анықтау үшін параметрлеу әдісі қолданылған. Параметрлеу әдісінің негізінде есептің шешімін табу алгоритмі ұсынылған. Интегралдық теңдеулердің резольвентасының қасиеттерін қолданып, оң жағында туындысы жоқ интегро- дифференциалдық теңдеулерге келтірілген. Әрі қарай, жаңа параметрлерді енгізу арқылы, параметрлерге қатысты сызықтық теңдеулер жүйесі мен арнайы Коши есебі шығарылады. Импульсті шеттік шартты интегро-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бірмәнді шешілімділігінің қажетті және жеткілікті шарты тағайындалған.

Түйінді сөздер. Интегро-дифференциалдық теңдеулер жүйесі, параметрлеу әдісі, импульсті шеттік шарт, резольвента.

Кіріспе.

$[0,T]$ кесіндісінде импульсты шеттік шартты интегро-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін екі нүктелі шеттік есепті қарастырамыз

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \int_0^T K_1(t,s)x(s)ds + \int_0^T K_2(t,s)\dot{x}(s)ds + f(t), \quad (1)$$

$$t \in [0,T] \setminus \{\theta\}, \theta \in (0,\mathrm{T}) \; x \in R^n,$$

$$Bx(0) + Cx(\mathrm{T}) = d, \quad d \in R^n \quad , \quad (2)$$

$$x(\theta - 0) + x(\theta + 0) = p, \quad p \in R^n, \quad (3)$$

мұндағы $A(t)$ матрицасы және $f(t)$ вектор-функциясы $[0,T]$ кесіндісінде үзіліссіз, $K_1(t,s)$, $K_2(t,s)$ матрицалары сәйкесінше $[0,T]\times[0,T]$ аралығында үзіліссіз және $K_2(t,s)$ - функциясының s айнымалысы бойынша дербес туындысы бар болсын, $\|x\| = \max\limits_{i=1,n} |x_i|$.

$C([0,T],R^n)$ түрінде $[0,T]$ аралығында үзіліссіз $x:[0,T]\to R^n$ функциялар кеңістігін белгілейік және оның нормасын $\|x\|_1 = \max\limits_{t\in[0,T]} |x(t)|$ арқылы анықтайтын боламыз.

XVIII–XIX ғасырларда физика мен математикада интегро- дифференциалдық теңдеуге келтірілетін есептер көп кездесе бастады. Интегро–дифференциалдық теңдеуге келтірілетін алғашқы есептерге мысал ретінде 1) берік оқпанның тепе теңдігі туралы Проктор есебін, 2) бұраушы тербелістер туралы Вольтерра есебін, 3) ұшақ қанатын есептейтін Прандтля есептерін айтуға болады. Әртүрлі физикалық құбылыстарды зерттеу барысында интегро–дифференциалдық теңдеулерді зерттеу қажеттілігі туындады. Себебі механикалық немесе физикалық есептерді шығару барысында көптеген процестердегі құбылыстар интегро–дифференциалдық теңдеулер түріне келтірілді. Интегро-дифференциалдық теңдеулерге қатысты мәселелер көптеген ғалымдардың еңбектерінде [1]-[13] кеңінен қарастырылды.

Оң жақ бөлігінде туындысы болмаған жағдайдағы интегро -дифференциалдық теңдеулерді шешудің параметрлеу әдісі [14] жұмысында келтірілген. Импульсті шеттік шартты дифференциалдық теңдеулерге параметрлеу әдісін [15] жұмысында қолданған.

Зерттеу әдісі. Бұл жұмыста оң жағында туындысы қатысқан импульсті шеттік шартты интегро-дифференциалдық теңдеулер үшін кері есеп қарастырылған.

Егер $K_2(t,s)$ функциясының s айнымалысы бойынша дербес туындысы бар болса, онда $\int_0^T K_2(t,s)\dot{x}(s)ds$ - интегралы үшін бөліктеп интегралдау тәсілін пайдаланамыз

$$\int_0^T K_2(t,s)\dot{x}(s)ds = \frac{\partial K_2(t,s)}{\partial s}x(s)\Big|_0^T - \int_0^T \frac{\partial K_2(t,s)}{\partial s}x(s)ds =$$

$$= \frac{\partial K_2(t,T)}{\partial s}x(T) - \frac{\partial K_2(t,0)}{\partial s}x(0) - \int_0^T \frac{\partial K_2(t,s)}{\partial s}x(s)ds\,.$$

Келесі белгілеулерді енгізейік

$$K_0(t) = -\frac{\partial K_2(t,0)}{\partial s}, \qquad K_1(t) = 0\,, \qquad K_2(t) = \frac{\partial K_2(t,T)}{\partial s},$$

$$\int_0^T K(t,s)x(s)ds = \int_0^T K_1(t,s)x(s)ds - \int_0^T \frac{\partial K_2(t,s)}{\partial s}x(s)ds\,.$$

Сонда (1) - (3) шеттік есебі келесі түрге келтіріледі

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \int_0^T K(t,s)x(s)ds + \left[K_0(t)x(0) - K_3(t)x(T)\right] + f(t)\,, \tag{4}$$

$$t \in [0,T]\setminus\{\theta\}, \theta \in (0,\mathrm{T})\ \ x \in R^n$$

$$Bx(0) + Cx(\mathrm{T}) = d\,, \quad d \in R^n \tag{5}$$

$$x(\theta-0) + x(\theta+0) = p\,, \quad p \in R^n \tag{6}$$

Осы (4)-(6) есебіне параметрлеу әдісін пайдаланамыз, яғни қандай да бір $l \in N$ санын алып, $[0,T]$ аралығын $[0,T) = \bigcup_{r=1}^{2(l+1)} [t_{r-1}, t_r)$ бөліктерге бөлеміз, мұндағы

$t_0 = 0,\ t_r = t_{r-1} + \frac{\theta}{l},\ r = \overline{1,l}\,,\ t_r = t_{r-1} + \frac{T-\theta}{l},\quad r = \overline{l+1, 2(l+1)}.$

$x(t)$ функциясының әрбір $[t_{r-1}, t_r),\ r = \overline{1, 2(l+1)}$ аралығына сығылуын $x_r(t)$ түрінде белгілейміз. λ_r арқылы $x_r(t)$ функциясының $t = t_{r-1},\ r = \overline{1, 2(l+1)}$ нүктесіндегі мәнін белгілеп аламыз және осыған қоса $\lambda_{2l+3} = \lim_{t \to T-0} x_{2(l+1)}(t)$ параметрін енгіземіз.

Әрбір $[t_{r-1}, t_r)$ аралығында $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r\,,\ r = \overline{1, 2(l+1)}$, алмастыруын жасаймыз. Олай болса (4)- (6) есебі келесі шеттік есебіне келтіріледі:

$$\frac{du_r}{dt} = A(t)\left[u_r + \lambda_r\right] + \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} K(t,s)\left[u_j(s) + \lambda_j\right] ds + \sum_{i=0}^{2} K_i(t)\lambda_{il+1} + f(t)\ ,\ \left[t_{r-1}, t_r\right), \quad (7)$$

$$u_r(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, 2(l+1)}, \quad (8)$$

$$B\lambda_1 + C\lambda_{2l+3} = d \ \ d \in R^n, \quad (9)$$

$$\lambda_{l+1} + \lim_{t \to t_{l+1}-0} u_{l+1}(t) - \lambda_{l+2} = p, \quad (10)$$

$$\lambda_S + \lim_{t \to t_s - 0} u_S(t) = \lambda_{S+1}, \ \ s = \left\{\overline{1, 2(l+1)}\right\} \setminus \left\{l+1\right\} \ . \quad (11)$$

$X(t)$ матрицасы $\dfrac{dx}{dt} = A(t)x$ дифференциалдық теңдеудің фундаменталды матрицасы болсын. Онда (7), (8) арнайы Коши есебі келесі интегралдық теңдеулер жүйесіне тең болады:

$$u_r(t) = X(t)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau)A(\tau)d\tau \cdot \lambda_r + X(t)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau)\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j} K(\tau,s)u_r(s)dsd\tau +$$

$$+X(t)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau)\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j} K(\tau,s)ds d\tau \cdot \lambda_j + X(t)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau)\sum_{i=0}^{2} K_i(\tau)d\tau\lambda_{il+1} + X(t)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau$$

$$\left[t_{r-1}, t_r\right), r = \overline{1, 2(l+1)} \quad (12)$$

(12)-де $t = \tau$ деп алып, екі жағынан $K(t,\tau)$ көбейтіп, τ айнымалысы бойынша $\left[t_{r-1}, t_r\right)$ аралығында интегралдайық.

$$\int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)u_r(\tau)d\tau = \int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau_1)\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j} K(\tau,s)u_j(s)dsd\tau_1 d\tau +$$

$$+\int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau_1)\left\{A(\tau_1)\lambda_r + \sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j} K(\tau_1,s)ds\cdot\lambda_j\right\}d\tau_1 d\tau +$$

$$+\int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau_1)\left\{\sum_{i=0}^{2} K_i(\tau_1)\lambda_{il+1} + f(\tau_1)\right\}d\tau_1 d\tau\ ,\left[t_{r-1}, t_r\right), r = \overline{1, 2(l+1)}\ . \quad (13)$$

(13)-тің екі жағында $r = \overline{1, 2(l+1)}$ бойынша қосындыласақ, алатынымыз

$$\sum_{r=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)u_r(\tau)d\tau = \sum_{r=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau_1)\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j} K(\tau,s)u_j(s)dsd\tau_1 d\tau +$$

$$+\sum_{r=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau_1)\left\{A(\tau_1)\lambda_r + \sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j} K(\tau_1,s)ds\cdot\lambda_j\right\}d\tau_1 d\tau +$$

$$+\sum_{r=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau_1)\left\{\sum_{i=0}^{2} K_i(\tau_1)\lambda_{il+1} + f(\tau_1)\right\}d\tau_1 d\tau\ , t \in \left[0, T\right]. \quad (14)$$

Келесі белгілеулерді енгізейік:

$$\Phi_{\text{h}}(t) = \sum_{r=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)u_r(\tau)d\tau\ ,$$

$$M_r(h,t) = \int_{t_{r-1}}^{t_r} K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t} X^{-1}(\tau_1)A(\tau_1)d\tau_1 d\tau +$$

$$+\sum_{r=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t_r}K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)\int_{t_{j-1}}^{t_j}K(\tau_1,s)ds\,d\tau_1 d\tau\,,$$

$$P_i(h,t)=\sum_{r=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t_r}K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)\sum_{i=0}^{2}K_i(\tau_1)d\tau_1 d\tau$$

$$F(h,t)=\sum_{r=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t_r}K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)f\left(\tau_1\right)d\tau_1 d\tau\,.$$

Онда (14) теңдеу келесі түрде жазылады:

$$\Phi_{\mathrm{h}}(t)=\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{j-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)\Phi_{\mathrm{h}}(\tau_1)d\tau_1 d\tau+$$
$$+\sum_{r=1}^{2(l+1)}M_r(h,t)\lambda_r+\sum_{i=0}^{2}P_i(h,t)\lambda_{il+1}+F(h,t)\,. \qquad (15)$$

Егер $h\in(0,h_0]$ -ты $q(h)=e^{\alpha h_0}\beta T h_0<1$ шартын қанағаттандыратындай етіп алсақ, онда

$$\left\|\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{j-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)\Phi_{\mathrm{h}}(\tau_1)d\tau_1 d\tau\right\|\le e^{\alpha\bar{h}}\beta T\bar{h}\max_{t\in[0,T]}\left\|\Phi_{\mathrm{h}}(t)\right\|,\quad t\in[0,T]$$

теңсіздігі орындалады және (15) теңдеудің жалғыз шешімі бар болады, мұндағы $\alpha=\max_{t\in[0,T]}\|A(t)\|$, $\beta=\max_{(t,s)\in[0,T]\times[0,T]}\|K(t,s)\|$, $h=max\left(\frac{\theta}{l},\frac{T-\theta}{l}\right)$. Біртіндеп жуықтау әдісі арқылы $t\in[0,T]$ кесіндісінде келесі матрицалар мен векторларын табайық.

$$M_r^{(0)}(h,t)=M_r(h,t)$$

$$M_r^{(k)}=\int_{t_{r-1}}^{t_r}K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)M_r^{(k-1)}(h,\tau_1)d\tau_1 d\tau,\quad k=1,2,\ldots$$

$$P_0^{(0)}(h,t)=P_0(h,t)$$

$$P_0^{(k)}(h,t)=\int_{t_{r-1}}^{t_r}K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)P_0^{(k-1)}(h,\tau_1)d\tau_1 d\tau,\quad k=1,2,\ldots$$

$$F^{(0)}(h,t)=F(h,t)$$

$$F^{(k)}(h,t)=\int_{t_{r-1}}^{t_r}K(t,\tau)X(\tau)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)F^{(k-1)}\left(h,\tau_1\right)d\tau_1 d\tau,\quad k=1,2,\ldots$$

Онда (15) теңдеулер жүйесінің

$$\Phi_{\mathrm{h}}(t)=\sum_{r=1}^{m}D_r(h,t)\lambda_r+G(h,t)\lambda_0+\sum_{i=0}^{2}W_i(h,t)\lambda_{il+1}+F_h(t) \qquad (16)$$

жалғыз шешімі анықталады, мұндағы $D_r(h,t)=\sum_{k=0}^{\infty}M_r^{(k)}(h,t)$, $W(h,t)=\sum_{k=0}^{\infty}P_0^{(k)}(h,t)$, $F_l(t)=\sum_{k=0}^{\infty}F^{(k)}(h,t)$. (16)-ны (12)-нің оң жағына қоятын болсақ, онда $u_r(t)$ функцияларының λ_r, $r=\overline{0,2(l+1)}$ параметрлерімен өрнектелуін аламыз:

$$u_r(t)=X(t)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau)A(\tau)d\tau\cdot\lambda_r+\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau_1)\left(D_j(h,\tau)+\int_{t_{j-1}}^{t_j}K(\tau,s)\right)ds d\tau\cdot\lambda_j+$$

$$+X(t)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau)G(h,\tau)d\tau\cdot\lambda_0+X(t)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau)\sum_{i=0}^{2}\left[W(h,\tau)+K_i(\tau)\right]d\tau+$$

$$+X(t)\int_{t_{r-1}}^{t}X^{-1}(\tau)\left(f(\tau)+F_h(\tau)\right)d\tau \qquad (17)$$

(17)-ден $\lim\limits_{t\to t_p-0}u_p(t)$ шек мәнін анықтай отырып, (9)-(11)-ға қоятын болсақ, онда λ_r, $r=\overline{0,2(l+1)}$ параметрлеріне қатысты сызықтық теңдеулер жүйесі анықталады:

$$B\lambda_1+C\lambda_{2l+3}=d, \qquad (18)$$

$$\left[I+X(t_{l+1})\int_{t_{l-1}}^{t_l}X^{-1}(\tau)A(\tau)d\tau\right]\lambda_{l+1}+\sum_{j=1}^{2(l+1)}X(t_{l+1})\int_{t_{l-1}}^{t_l}X^{-1}(\tau)\left[D_i(h,\tau)+\int_{t_{j-1}}^{t_j}K(\tau,s)ds\right]d\tau\cdot\lambda_j+$$

$$+X(t_{l+1})\int_{t_{l-1}}^{t_l}X^{-1}(\tau)G(h,\tau)d\tau\cdot\lambda_0+X(t)\int_{t_{l-1}}^{t_l}X^{-1}(\tau)\sum_{i=0}^{2}\left[W(h,\tau)+K_i(\tau)\right]d\tau-\lambda_{l+2}=$$

$$=p-X(t_{l+1})\int_{t_{l-1}}^{t_l}X^{-1}(\tau)\left(f(\tau)+F_h(\tau)\right)d\tau \qquad (19)$$

$$\left[I+X(t_S)\int_{t_{S-1}}^{t_S}X^{-1}(\tau)A(\tau)d\tau\right]\lambda_S+\sum_{j=1}^{2(l+1)}X(t_s)\int_{t_{S-1}}^{t_S}X^{-1}(\tau)\left[D_i(h,\tau)+\int_{t_{j-1}}^{t_j}K(\tau,s)ds\right]d\tau\cdot\lambda_j+$$

$$+X(t_S)\int_{t_{S-1}}^{t_S}X^{-1}(\tau)G(h,\tau)d\tau\cdot\lambda_0+X(t)\int_{t_{S-1}}^{t_S}X^{-1}(\tau)\sum_{i=0}^{2}\left[W(h,\tau)+K_i(\tau)\right]d\tau-\lambda_{S+1}=$$

$$=-X(t_S)\int_{t_{S-1}}^{t_S}X^{-1}(\tau)\left(f(\tau)+F_h(\tau)\right)d\tau, \qquad s=\left\{\overline{1,2(l+1)}\right\}\setminus\left\{l+1\right\} \qquad (20)$$

(18) - (20) сызықтық теңдеулер жүйесінің матрицасы $Q_*(h)$ деп белгілейміз. Сонда

$$Q_*(h)\lambda=-F_*(h), \quad x\in R^{2(n+1`)(l+1)}$$

мұндағы

$$F_*(h)=\Bigg(\mathrm{d},\quad X(h)\int_0^{t_1}X^{-1}(\tau)(f(\tau)+F_h(\tau))d\tau-p,...,X(T-t_{l+1})\int_{T-t_{l+1}}^{T}X^{-1}(\tau)(f(\tau)+F_h(\tau))d\tau-p,$$

$$X(h)\int_0^{t_1}X^{-1}(\tau)(f(\tau)+F_h(\tau))d\tau,...,X(T-t_{l+1})\int_{T-t_{l+1}}^{T}X^{-1}(\tau)(f(\tau)+F_h(\tau))d\tau\Bigg)$$

Нәтижесі.

Теорема. (1), (2) шеттік есептің бірмәнді шешілімді болу үшін, $Q_*(h)$ матрицасының кері матрицасы барлық $h\in(0,h_0]$ үшін болуы қажетті және қандай да бір $h\in(0,h_0]$ үшін бар болуы жеткілікті.

Теореманың дәлелдеуі ([1], 1256 бет.) жұмыстағы теореманың дәлелдеуімен бірдей.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] M. Turkyilmazoglu. An effective approach for numerical solutions of high-order Fredholm integro-differential equations // Applied Mathematics and Computation. - 2014. - V. 227. - P.384-398.

[2] H. Du, G. Zhao, Ch. Zhao, Reproducing kernel method for solving Fredholm integro-differential equations with weakly singularity. J. Comput. Appl. Math. 255 (2014), pp. 122-132

[3] T. K. Yuldashev, "A Double Inverse Problem for Fredholm Integro-Differential Equation of Elliptic Type", *Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki [J. Samara State Tech. Univ., Ser. Phys. Math. Sci.]*, **2(35)** (2014), 39–49

[4] T. K. Yuldashev, "Inverse Problem for a Fredholm Third Order Partial Integro-differential Equation", *Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki [J. Samara State Tech. Univ., Ser. Phys. Math. Sci.]*, **1(34)** (2014), 56–65

[5] Dzhumabaev D.S., Necessary and Sufficient Conditions for the Solvability of Linear Boundary-value Problems for the Fredholm Integro-Differential Equation. Ukr.Math.J. 66 (2015), pp. 1200-1219.

[6] Dzhumabaev D.S., On one approach to solve the linear boundary value problems for Fredholm integro-differential equations. Journal of Computational and Applied Mathematics. 294(2016), pp. 342-357.

[7] Dzhumabaev D.S. Computational methods of solving the boundary value problems for the loaded differential and Fredholm integro-differential equations // Mathematical Methods in the Applied Sciences. 41(2018), No 4, pp. 1439-1462. Thomson Reuters IF 1.017

[8] Dzhumabaev D.S. New general solutions to linear Fredholm integro-differential equations and their applications on solving the boundary value problems // Journal of Computational and Applied Mathematics, 327(2018), No 1, pp. 79-108. Thomson Reuters IF 1.357

[9] Dzhumabaev D.S. Well-posedness of nonlocal boundary value problem for a system of loaded hyperbolic equations and an algorithm for finding its solution // Journal of Mathematical Analysis and Applications. 461(2018), No 1, pp. 817-836. Thomson Reuters IF 1.064

[10] T. K. Yuldashev, "О разрешимости одной краевой задачи для обыкновенного интегродифференциального уравнения Фредгольма с вырожденным ядром", *Zh. Vychisl. Mat. Mat. Fiz.*, **59**:2 (2019), 252–263

[11] N. Kuznetsov, "The floating-body problem: an integro-differential equation without irregular frequencies", *Алгебра и анализ*, **31**:3 (2019), 170–183

[12] V. V. Vlasov, N. A. Rautian, "Properties of solutions of integro-differential equations arising in heat and mass transfer theory", Tr. Mosk. Mat. Obs., **75**, no. 2, MCCME, M., 2014, 219–243; *Trans. Moscow Math. Soc.*, **75** (2014), 185–204

[13] S. K. Zaripov, "A new solution for one-class model integro-differential equations of first order with singularity in the kernel", *Mathematical Physics and Computer Simulation*, **20**:4 (2017), 68–75

[14] Джумабаев Д.С. Об одном методе решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения // Журнал вычисл. матем. и матем. физ. 2010. Т. 50. № 7. С. 1209-1221.

[15] *Тлеулесова А.Б. Об однозначной разрешимости двухточечной краевой задачи с импульсным воздействием // Математический журнал. -Алматы, 2004. –Т-4., №4- С.93 – 102*

Назарова К. Ж., Усманов К. Ы., Еркишева Ж.С.

Однозначная разрешимость одного частного случая системы интегро-дифференциальных уравнений с импульсными краевыми условиями

Резюме. В статье рассматривается двухточечная краевая задача для интегро-дифференциальных уравнений с импульсными краевыми условиями. Предложен алгоритм нахождения решения задачи на основе метода параметризации. Используя свойства резольвенты интегрального уравнения, уравнение приводится к интегральным уравнениям без производных справа. Далее, с введением новых параметров, задача сводится к системе линейных уравнений и решается специальная задача Коши относительно введенных параметров. Установлено необходимое и достаточное условие однозначной разрешимости двухточечной краевой задачи для системы интегро-дифференциальных уравнений с импульсными граничными условиями .

Ключевые слова: Система интегро-дифференциальных уравнений, метод параметризации, импульсные граничные условия, резольвента.

УДК 622.276(4+6); 622.279(4+6)

B. Nuranbayeva, T. Akhmedjanov, M. Omarova, A. Kyzylgul
(Caspian University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: bulbulmold@mail.ru)

ANALYSIS AND RESEARCH OF IMPROVING OIL RECOVERY METHODS

Abstract. The article deals with various methods of developing fields with high-viscosity oil. The choice of method is mainly influenced by the geological and physical properties of oil-containing reservoirs and the physical properties of the saturating fluid. In General, the main problem of physical and chemical methods may be the adsorption of chemical reagents on the surface of porous media, which can have a much greater negative impact on the effectiveness of methods.

Key words: oil recovery, fluid, analysis, chemical method

Б.М. Нуранбаева, Т.К. Ахмеджанов, М.О Омарова, А. Қызылғұл
(УО Каспийский общественный университет (CU), г.Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: bulbulmold@mail.ru)

АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ МЕТОДОВ НЕФТЕОТДАЧИ

Аннотация: В статье рассмотрены различные методы разработки месторождений с нефтью повышенной и высокой вязкости. На выбор метода главным образом влияют геолого-физические свойства нефтесодержащих коллекторов и физические свойства насыщающего флюида. В целом из физико-химических методов главной проблемой может явиться адсорбция химических реагентов на поверхности пористых сред, которая может оказывать гораздо большее отрицательное влияние на эффективность методов.

Ключевые слова: нефтеотдача, флюид, анализ, химический метод.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей составляющей сырьевой базы нефтяной отрасли не только Казахстана, но и ряда других нефтедобывающих стран мира являются запасы высоковязких тяжелых нефтей.

Геологические запасы высоковязкой нефти в Казахстане достаточно высокие, однако их применение требует использования специальных дорогостоящих технологий, так как они сложны в переработке, из-за высокой вязкости их сложно перекачивать, они плохо протекают в скважине, и даже при больших запасах трудно отбирать большие дебиты. Высоковязкие нефти на рынке стоят дешевле, относятся к категории низкосортных, и особой охоты за ними, с целью получения больших прибылей пока нет, поэтому не многие компании готовы вкладывать значительные средства в разработку месторождений и переработку высоковязких нефтей.

К сожалению, пока добыча высоковязких нефтей убыточна, в плане промышленного освоения запасов тяжелых нефтей, включая, конечно, и создание соответствующей инфраструктуры по сбору, транспортировке и переработке этого вида углеводородов. Как всякое новое перспективное производство, освоение ресурсов и организация переработки тяжелых нефтей требует на первых порах поддержки.

Перспективы дополнительного увеличения коэффициента нефтеотдачи, по сравнению с методом заводнения (а для вязких нефтей по сравнению с режимом истощения), связывались, в основном, с так называемыми третичными методами – тепловыми, газовыми и химическими. Многие месторождения используются в качестве объектов опытно-промышленной разработки высоковязкой нефти.

Наиболее распространенными методами разработки месторождений высоковязкой нефти являются тепловые. Однако они требуют больших материальных затрат, в результате чего значительно повышается себестоимость добываемой нефти. В этой ситуации для повышения эффективности увеличения нефтеотдачи пластов разрабатываются разнообразные технологии.

Основными требованиями, предъявляемыми нефтяными компаниями к методам повышения нефтеотдачи пластов, являются: экономическая целесообразность, экологическая безопасность, технологическая простота в использовании.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведены новые и существенно расширены ранее начатые опытные и промышленные работы по применению новых технологий тепловых, газовых и физико-химических методов в различных нефтедобывающих районах страны. Особо отметим, что все перечисленные выше мероприятия касались, в основном, так называемых третичных методов воздействия на пласт: тепловых, газовых и химических.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее крупными проектами явились работы по тепловому воздействию на пласты месторождений Усинское, Кенкияк, Каражанбас, Гремихинское и других, по физико-химическому воздействию на месторождениях Каламкас, Самотлорское, Ромашкинское и других, по газовому воздействию на месторождении Самотлор. В результате с 1986 по 1990 гг. добыча нефти за счет применения тепловых, газовых и химических методов увеличения нефтеотдачи в стране возросла с 6 млн т/год до 12 млн т/год (рис. 1).

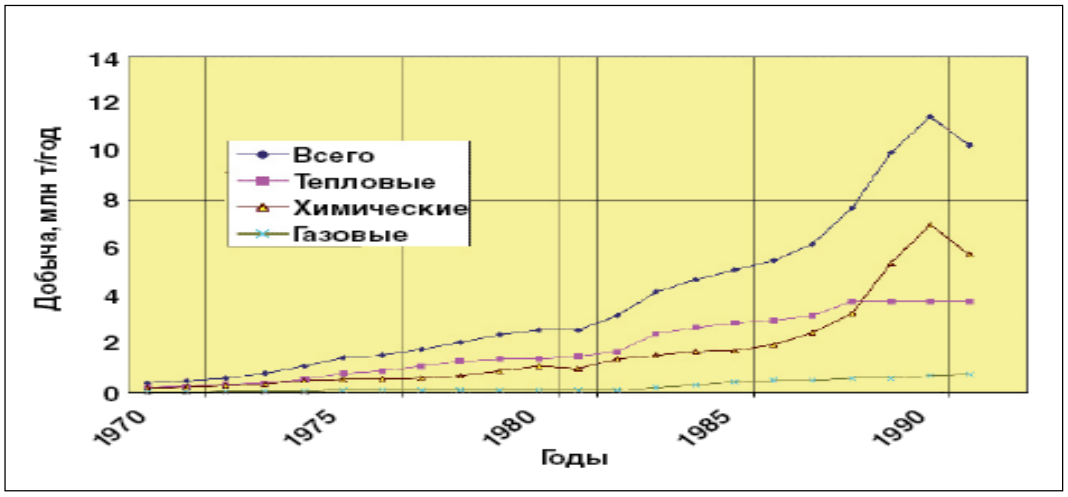


Рис. 1. Анализ работ по проведению методов увеличения нефтеотдачи

В этот период времени наблюдается и некоторое выполаживание динамики проектного КИН, несмотря на значительный рост доли трудноизвлекаемых запасов.

Важным также представляется опыт применения тепловых, газовых и химических методов на 365 участках 150 месторождений страны (табл.1).

Таблица 1. **Опыт применения тепловых, газовых и химических методов**

Методы увеличения нефтеотдачи	**Кол-во участков (в т.ч. действую-щих)**	**Начальные геологические запасы нефти, вовлеченные в разработку МУН, млрд.т**	**Добыча нефти за счет МУН, %**
ТЕПЛОВЫЕ	**25 (12)**	**0,146**	**22**
в т.ч.:			
Паро-тепловое воздействие	11 (7)	0,095	79
Внутрипластовое горение	10 (1)	0,013	4
Закачка горячей воды	4 (4)	0,038	20,6
ГАЗОВЫЕ	**15 (8)**	**0,188**	**10**
в т.ч.:			
Воздействие углеводородным газом	10 (7)	0,127	92
Воздействие двуокисью углерода	5 (1)	0,061	8

ХИМИЧЕСКИЕ	**287 (175)**		**68**
в т.ч.:			
Воздействие растворами полимеров	56 (38)	0,469	15,9
Закачка растворов щелочей	37 (27)	0,181	6
Закачка водных растворов ПАВ	36 (16)	0,635	10
Воздействие композициями ПАВ (в т.ч. системная технология)	80 (54)	2,654	53,2
Мицеллярное заводнение	6 (3)	0,02	1
Микробиологическое воздействие	8 (5)	0,002	1,1
Воздействие серной кислотой	23 (10)	0,517	7
ПРОЧИЕ	**41 (22)**	**0,103**	**5,7**
ВСЕГО	**327 (195)**	**4,915**	**100**

Всего под применение методов были вовлечены месторождения более чем с 5 млрд. тонн балансовых запасов нефти. Реализуемые проекты обеспечили прирост извлекаемых запасов в объеме около 250 млн тонн. Приобрели уникальный опыт реализации технологий МУН в различных геолого-физических условиях. Средняя вероятность технологически эффективной реализации методов составляла около 70%.

Анализ современного состояния разработки залежей с высоковязкой нефтью показывает, что для них пока не создан универсальный метод, который может обеспечить высоко эффективную разработку нефти с высокой вязкостью.

Добыча таких нефтей до настоящего времени возможна с применением тепловых методов, однако они требуют больших материальных затрат и соблюдения строгих геолого-технологических условий. Это и сдерживает их широкое применение.

В статье рассмотрены различные методы разработки месторождений с нефтью повышенной и высокой вязкости. На выбор метода главным образом влияют геолого-физические свойства нефтесодержащих коллекторов и физические свойства насыщающего флюида.

Существуют различные способы разработки залежей тяжелых нефтей, которые различаются технологическими и экономическими характеристиками. Применимость той или иной технологии разработки обуславливается геологическим строением и условиями залегания пластов, физико-химическими свойствами пластового флюида, состоянием и запасами углеводородного сырья, климатогеографическими условиями и т.д. Условно их можно подразделить на три, неравноценные по объему внедрения, группы:

1. *Первичные: х*олодная добыча (извлечение нефти с песком); VAPEX;
2. *Тепловые: з*акачка пара; закачка горячей воды; горение (сухое, влажное, сверхвлажное); SAGD (парогравитационный дренаж)
3. *Нетепловые: з*акачка CO_2, газа (газовые методы); закачка хим. агентов (полимеры, ПАВ, щелочное заводнение).

Исходя из существующих классификации нефтей (табл.2) и матриц применимостей (табл.3) по свойствам, рассмотрены все виды методов повышения нефтеотдачи и сопоставлены, для определения более подходящего метода.

Таблица 2. **Классификация нефтей**

Международная классификация по данным (USGS, Total, BP)	
≤10	Маловязкая
>10 ≤100	Вязкая
>100 ≤10000	Высоковязкая
>10000	Битум

ГОСТ 51858-2002	
≤5	С незначительностью вязкостью
>5 ≤10	Маловязкая
>10 ≤30	С повышенной вязкостью
>30	Высоковязкая

Таблица 3. **Матрица применимости**

Нетепловые методы разработки

МУН	Свойства нефти			Свойства пласта					
	Плотность (API)	Вязкость (сп)	Состав	Пористость (%)	Проницаемость (мД)	Насыщенность (%)	Мощность (м)	Глубина (м)	Температура (С°)
Закачка газа									
Углеводородного	>23	<3	C_2-C_7	не критично	>10	>30%	тонкие	>600	не критично
Азота	>35	<0,5	C_1-C_7	не критично	>10	>30%	тонкие	>3000	не критично
CO_2	>22	<10	C_2-C_7	не критично	>10	>30%	тонкие	>600	не критично
Химические методы									
ПАВ	>25	<35	не критично	не критично	>20	>30%	>3	<2500	<80
Полимеры	>15	<150	не критично	не критично	>10	>40%	любая	<2700	<80
Щелочи	>20	<35	Наличие органических кислот	не критично	>20	>30%	любая	<2700	<90
Термальные методы									
Внутрипластовое горение	10-20	<5000	Наличие асфальтенов	>20	>50	>50%	>3	>150	>65
Закачка теплоносителя	<	>5000	не критично	>30	>200	>40-50%	>6	100-1500	не критично

Химические методы. Химические или физико-химические методы повышения нефтеотдачи - одно из перспективных направлений в процессах разработки нефтяных месторождений. Физико-химические методы предназначаются в основном для нефтей малой и средней вязкости. Несмотря на то, что доля использования физико-химических методов в мире сравнительно невелика, следует ожидать увеличения уровня добычи в будущем.

Химические методы в зарубежной литературе, как правило, делятся на четыре группы по характеру применяемого агента:

– полимеры;

– поверхностно-активные вещества (ПАВ);

– щелочное заводнение;

– комбинированные методы с использованием комплекса реагентов.

Полимеры. Закачка полимерных композиций в нефтяные пласты рассматривается как способ уменьшения соотношения вязкостей вытесняющего агента (воды) и нефти, а также эффективный метод выравнивания неоднородности фильтрационно-емкостных свойств пористой среды.

Полимерное заводнение применяется уже более 40 лет. За это время было реализовано множество проектов, в различных геолого-физических условиях, что позволило сформулировать критерии успешного применения процесса:

– проницаемость выше 20 мД;

– подвижной насыщенность («активной») нефтью не менее 0,15;

– начальная водонасыщенность ниже 0,47;

– температура до 70 ^oC;

– вязкость пластовой нефти от 5 до 200 мПа*с;

– возможно применение на любой стадии разработки, но лучшие результаты получены при применении на ранней стадии.

Для успешной реализации полимерного заводнения (как, впрочем и для других методов) необходимо:

– тщательное изучение геолого-физических характеристик пласта;

– проведение лабораторных исследований по подбору марки полимера, оптимальной концентрации, стабильности полимера и т.д.;

– моделирование для определения оптимальной концентрации полимера и размера оторочки;

– проведение фильтрационных исследований;

– контроль качества полимера;

– постоянный мониторинг процесса.

Ограничивающие факторы для полимерного заводнения следующие:

– высокая стоимость химреагентов;

– непроизводственные потери реагентов в породе из-за адсорбции, образования ловушек, реакций с солями и т.д.;

– потеря приемистости;

– гравитационное расслоение;

– недостаточный контроль за продвижением фронта вытеснения;

– значительная скорость сдвига (в призабойной зоне пласта), механическая, термоокислительная и др. виды деструкции;

– большое разнообразие механизмов процесса вытеснения, как по площади, так и по разрезу;

– часто применяется на слишком поздней стадии заводнения, что в значительной степени снижает эффективность реализации проекта.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Для значительного изменения остаточной нефтенасыщенности пористой среды требуется увеличить значение капиллярного числа не менее чем в 1000-10000 раз. Увеличить значение капиллярного числа можно, увеличив вязкость вытесняющей жидкости и снизив поверхностное натяжение на границе нефть/вода. Вязкость вытесняющей жидкости невозможно увеличить более чем в 5-10 раз, поэтому основной эффект может быть достигнут за счет применения высокоэффективных растворов и композиций ПАВ.

Остаточная нефтенасыщенность гидрофобных коллекторов обычно выше, чем в случае гидрофильных. Поэтому возможно уменьшить содержание остаточной нефти в пористой среде, если изменить смачиваемость поверхности породы. В качестве смачивателей эффективны растворы щелочных реагентов, ряда ПАВ и т.п.

Таким образом, сущность метода заводнения с применением ПАВ заключается в повышении нефтевытесняющих свойств воды и активации капиллярных и диффузионных процессов вытеснения за счет снижения межфазного натяжения нефти на контакте с закачиваемой водой и уменьшения краевых углов смачивания. Применение ПАВ способствует отмыву пленочной нефти, гидрофилизации породы, снижению набухаемости глинистых минералов, ускорению капиллярной пропитки, увеличению фазовой проницаемости для нефти. В настоящее время заводнение с оторочками ПАВ практически не применяется. Как правило используется комбинированное ПАВ-полимерное воздействие.

Проблемы, ограничивающие применение ПАВ:

– адсорбция ПАВ на поверхности породы;

– значительное разбавление оторочки;

– образование стойких эмульсий;

– проблемы обработки и утилизации;

– высокая стоимость реагентов.

Щелочное заводнение. в основном осуществляется на месторождениях с кислыми нефтями, содержащими нафтеновые кислоты. При этом образуются ПАВ, увеличивающие подвижность нефти. Кроме того, щелочь, адсорбируясь на поверхности породы изменяет ее смачиваемость, что способствует солюбилизации нефти, увеличению капиллярного числа.

При применении полимер-щелочного варианта технологии необходимо учитывать возможность химического взаимодействия щелочи с полимером.

Критерии успешного применения щелочного заводнения включают:

– достаточно однородные пласты с проницаемостью >0,020 мкм^2;

– температура пласта до 90 ^{o}C;

– вязкость нефти меньше 200 мПа·с, плотность от 850 до 960 кг/м^3, необходимо наличие органических кислот, кислотное число более 0,2 мг КОН/г нефти;

– предпочтительны песчаники, гидрофобные малоглинистые коллектора.

Процесс сложен для проектирования, т.к. такие явления как эмульгирование нефти. капельное увлечение и улавливание нефти в щелочной среде трудно моделировать и описать математически. Карбонатные пласты, как правило, не подходят для данного МУН так как часто содержат ангидрит и гипс, который взаимодействует с реагентами.

В целом из физико-химических методов главной проблемой может явиться адсорбция химических реагентов на поверхности пористых сред, которая может оказывать гораздо большее отрицательное влияние на эффективность методов, чем это представлялось ранее.

ВЫВОДЫ

Таким образом, исходя из общего обзора и анализа применяемых различных методов, по основным видам сделаны следующие выводы: полимерное заводнение – высокая стоимость, малый прирост в КИН-е; внутрипластовое горение – высокие риски, непредсказуемый процесс; закачка пара – очень большие расходы связанные подготовкой пара; закачка горячей воды – широко применяемый метод с относительно высокими дополнительными расходами на подогрев; SAGD - несмотря на высокий прирост в КИН-е требует очень большие расходы связанные подготовкой пара и рентабелен только при однородных пластах с большими толщинами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Оперативный подсчет запасов углеводородного сырья по месторождению Башенколь по состоянию изученности на 01.01.09г., ТОО «Каспиан Энерджи Ресерч» 2009г. (протокол ГКЗ № 789-08-П от 16.01.2009г.).

[2] Проект пробной эксплуатации месторождения Башенколь. ТОО «Каспиан Энерджи Ресерч», 2009г. (протокол ЦКР №57 от 11.06.2009г.).

[3] Подсчет запасов нефти и газа месторождения Башенколь Актюбинской области РК по состоянию на 01.12.2011г. (Протокол ГКЗ № 1175-12-У от 09.04.2012г.).

[4] Лысенко В.Д., «Оптимизация разработки нефтяных месторождений» - М., Недра 2015 г - 295 с.

[5] Методическое руководство по расчету коэффициентов извлечения нефти из недр. Москва, 2006г.

[6] Герштанский О.С., Шерстнев Н.М., Киинов Л.К., и др. Полимеросодержащие композиции поверхностно-активных веществ в нефтедобыче. - Москва: ВНИИОЭНГ, 1997. - 95с.

[7] Шейх –Али Д.М., Люшин С.Ф., Рассказов В.А. и др. Борьба с отложениями парафина при добыче нефти. - Москва: Гостоптехиздат, 1961 - 150с.

[8] Елеманов Б.Д. Основные проблемы разработки нефтяных месторождений, осложненной коррозией, отложениями парафина и солей. Автореф. Дис…. д-ра техн.наук: М., 2003. - 41с.

[9] Герштанский О.С., Шерстнев Н.М., Крылов Д.А., Елеманов Б.Д. и др. Влияние физических полей на технологические процессы нефтедобычи. - Москва: ВНИИОЭНГ, 2001. - 235с.

[10] Ахмеджанов Т.К., Ускумбаев К.Р. и др. Оценка эффективности внедрения ресурсосберегающих физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пластов на месторождениях западного Казахстана //Сборник трудов 8-ой Международной научно-технической конференции. - Алматы. 11-12 декабря 2007г. – С.108-114.

[11] Киинов Л.К., Салихов М.Х., Крымкулов С.Е., Ускумбаев К.Р., Игнатьева В.Е., Телин А.Г. Первые результаты внедрения ресурсосберегающих физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пластов на месторождениях Западного Казахстана //Журнал РФ «Геология и разработка нефтяных месторождений». - Москва, 1997. - С.41-43.

[12] Akhmadzhanov T.K., Nuranbayeva B.M., etc. Enhanced oil recovery and natural bitumen production through the use of sinusoidal wells and solar thermal method//Journal of Petroleum Science and EngineeringVolume 159, november 2017.

[13] Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М. и др. Внедрение инновационных способов разработки нефтяных и газовых месторождений для решения ряда проблем нефтяной отрасли // Вестник Национальной инженерной академии РК. №2(44).2012г. С.115-119.

[14] Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М. и др. Разработка технологии повышения нефтеотдачи пластов на основе применения эмульсии комплексного воздействия// Химический журнал Казахстана. 2015, №3. С.196-202.

[15] Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М. и др. Способ повышения нефтеотдачи пластов и добычи природного битума с использования тепла солнечной энергии //Журнал "Успехи современного естествознания" РФ, Россия. №12, 2015 г. С.13-16.

Нуранбаева Б.М., Ахмеджанов Т.К., Омарова М.О., Қызылғұл А.А.

Мұнай бергіштікті арттыру әдістерін талдау және зерттеу

Түйіндеме: мақалада әр түрлі әдістері кен орындарын игеру, мұнай жоғары және жоғары тұтқырлығы. Әдісті таңдауға негізінен құрамында мұнай бар коллекторлардың геологиялық-физикалық қасиеттері және қанықтырғыш флюидтің физикалық қасиеттері әсер етеді. Жалпы алғанда, физикалық-химиялық әдістерден негізгі мәселе - кеуекті ортаның бетіне химиялық реагенттердің адсорбциясы болуы, сонымен қатар әдістердің тиімділігіне әлдеқайда теріс әсер етуі.

Түйін сөздер: мұнайбергіштік, флюид, талдау, химиялық әдіс

УДК. 004.031

[1]L.B. Beisek , [1]O.V. Kiseleva , [2]M.A. Golovchun
([1]Turan University, Almaty, the Republic of Kazakhstan)
E-mail: bejsekova.laura@bk.ru

RESEARCH OF MODELS OF CLOUD SERVICE

Abstract: Based on the analysis, this article identifies the capabilities and capabilities of cloud services that reflect the current state of the evaluation of the performance of cloud services in terms of system modeling. Open questions and main characteristics.

Keywords*:* cloud computing, software platform, cloud services, SaaS, IaaS, PaaS.

[1]Л.Б.Бейсек , [1]О.В.Киселева , [2]М.А.Головчун
([1]Университет Туран, Алматы, Республика Казахстан)
E-mail: bejsekova.laura@bk.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА

Аннотация: На основе анализа в данной статье определяются возможности и возможности облачных сервисов, которые отражают текущее состояние оценки производительности облачных сервисов с точки зрения системного моделирования. Открытые вопросы и основные характеристики.

Ключевые слова: облачные вычисления, платформа программного обеспечения, облачные сервисы, SaaS, IaaS, PaaS

Что такое облачные сервисы и для чего они нужны?

Прежде всего: облачные сервисы позволяют использовать вычислительные ресурсы без использования компьютерных технологий.

То есть человек использует вычислительные и программные ресурсы, хранилище данных и т. д., не используя определенные машины, и доступ к этим функциям может быть получен в любое время с использованием интернет соединения.

Пользователю экономически выгодно их использовать - денежные средства тратятся только за программную часть (без оплаты за оборудование).

Разработка интернет платформы «облачные сервисы» обеспечивает безопасную работу в режиме программы, предоставляемой в виде услуги.

Комплекс технологий облачных вычислений включает в себя такие разделы, как сетевые технологии, технологии виртуализации, технологии хранения данных, разработка программного обеспечения, методология открытых систем.

Что такое облачные вычисления?

«Облачные вычисления - это модель предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа по запросу к разделяемому пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетей, серверов, систем хранения, приложений и услуг), которые могут быть быстро предоставлены и высвобождены с минимальными усилиями по управлению и взаимодействию с провайдером услуг».

Основные характеристики облачных вычислений.

1. *Сервис самообслуживания по запросу* (On-demand self-service). Потребитель (consumer) может по мере необходимости обеспечивать себя вычислительными ресурсами, такими как серверное время и сетевые хранилища, самостоятельно запрашивая их у сервис-провайдера без взаимодействия с его персоналом.

2. *Свободный* (широкополосный) сетевой доступ (Broad network access). Ресурсы и сервисы доступны по сети через стандартные механизмы, поддерживающие использование гетерогенных платформ тонких и толстых клиентов (например, мобильных телефонов, ноутбуков и КПК).

3. *Пул ресурсов* (Resource pooling). Вычислительные ресурсы провайдера организованы в виде пула для их множественной аренды различными потребителями с возможностью динамического назначения и переназначения разных физических и виртуальных ресурсов в соответствии с их запросами. Важно, что при этом потребитель, в общем случае, не знает и не контролирует точное месторасположение запрашиваемых ресурсов, однако может определить их расположение на неком

высоком уровне (например, страна, штат или центр обработки данных). Примерами таких ресурсов являются системы хранения, вычислительные возможности, память, пропускная способность сети.

4. *Быстрая эластичность* (Rapidelasticity). Вычислительные ресурсы могут эластично (гибко) предоставляться и высвобождаться, в ряде случаев автоматически, быстро масштабируясь соразмерно внешним и внутренним запросам. Для потребителя эти ресурсы часто представляются доступными в неограниченном объеме.

5. *Измеримый сервис* (Measured Service). Облачные системы автоматически контролируют и оптимизируют использование ресурса (обычно по модели оплаты по факту потребления), измеряя его соответствующими ему метриками, такими как объем хранения, вычислительные мощности, полосы пропускания и активные учетные записи пользователей.

Использование ресурсов может мониториться, контролироваться и сопровождаться отчетностью, обеспечивая прозрачность как для провайдера, так и для потребителя использованного сервиса.

Краткие преимущества облачных сервисов?

- Возможность доступа к данным с любого компьютера, имеющего выход в интернет.
- Возможность организации совместной работы с данными.
- Высокая вероятность сохранения данных даже в случае аппаратных сбоев.
- Клиент платит только за то место в хранилище, которое фактически использует, но не за аренду сервера, все ресурсы которого он может и не использовать.
- Клиенту нет необходимости заниматься приобретением, поддержкой и обслуживанием собственной инфраструктуры по хранению данных, что, в конечном счёте, уменьшает общие издержки производства.
- Все процедуры по резервированию и сохранению целостности данных производятся провайдером «облачного» центра, который не вовлекает в этот процесс клиента.

Так же, по мимо этого, в облачных сервисах есть такие понятия как «облачные шлюзы», что же это?

Это технология, которая может быть использована для более удобного предоставления «облака» клиенту. К примеру, с помощью соответствующего программного обеспечения, хранилище в «облаке» может быть предоставлено для клиента как локальный диск на компьютере.

Таким образом, работа с данными в «облаке» для клиента становится абсолютно прозрачной. И при наличии хорошей, быстрой связи с «облаком» клиент может даже не замечать, что работает не с локальными данными у себя на компьютере, а с данными, хранящимися, возможно, за много сотен километров от него.

В этой статье мы рассмотрим виды облачных сервисов, и надеемся, что это поможет вам лучше ориентироваться в мире облачных технологий.

IaaS (Infrastructure as a Service-Инфраструктура как Услуга)

Данная услуга является одной из самых распространенных в мире. Заключается она в предоставлении заказчику в аренду вычислительных ресурсов, в виде виртуальной инфраструктуры. В нее могут входить серверы, системы хранения данных, виртуальные коммутаторы и маршрутизаторы. Такая ИТ-инфраструктура является полноценной копией физической среды.

PaaS (Platform as a Service-Платформа как Услуга)

Эта услуга также является одной из основных. Она состоит в том, что заказчик получает полноценную виртуальную платформу, включающую в себя различные инструменты и сервисы. Такую платформу клиент может настроить под свои нужды, сделав из нее площадку для тестирования ПО или, например, систему для автоматизации системы управления. Такой вид сервиса пользуется особой популярностью у разработчиков программного обеспечения.

SaaS (Software as a Service-Программное обеспечение как Услуга)

Данная облачная услуга на данный момент считается самой распространенной в мире, так как пользуются ей практически все люди, имеющие доступ в интернет. Заключается такая услуга в том, что клиент получает в свое распоряжение какие-либо программные продукты посредством сети интернет. В качестве примера можно привести почтовый сервис Gmail, или, например, облачную версию 1С.

CaaS (Communications as a Service-Коммуникация как Услуга)

Данная услуга заключается в предоставлении клиентам различных инструментов коммуникации в облаке. Это может быть телефония, сервисы по передаче быстрых сообщений или организации видеосвязи. При этом все необходимое ПО расположено в облаке провайдера.

DRaaS (Disaster Recovery as a Service-Аварийное Восстановление как Услуга)

Данная услуга позволяет строить катастрофоустойчивые решения с помощью облака провайдера. Площадка поставщика облачных услуг является при этом «запасным аэродромом», на который постоянно реплицируются данные с основной площадки клиента. При выходе из строя сервисов клиента, они в течении нескольких минут перезапускаются, но уже в облаке. Такие решения особенно интересны компаниям с большим количеством бизнес-критичных приложений.

BaaS (Backup as a Service-Резервное Копирование как Услуга)

Этот вид услуги подразумевает обеспечение резервного копирования данных клиента в облако провайдера. Поставщик облачных услуг предоставляет заказчику не только место для хранения резервных копий, но, также, и инструменты, позволяющие обеспечить быстрое и надежное копирование. Для правильной реализации данной услуги очень важен этап планирования, в период которого должны быть рассчитаны параметры и глубина архива, а также пропускная способность каналов передачи данных.

BaaS (Backend as a Service-Бэкэнд как услуга)

Данная облачная услуга заключается в предоставлении заказчику полноценной среды разработки программного обеспечения в облаке провайдера. Данная модель включает в себя уже готовые инфраструктурные функции и решения, значительно упрощая работу разработчиков ПО.

DBaaS (Data Base as a Service-База Данных как Услуга)

Этот облачный сервис заключается в предоставлении возможности подключаться к базам данных развернутых в облаке. Клиент платит за аренду, в зависимости от количества пользователей и объема самой базы. Стоит отметить, что такая база данных никогда не упадет по причине отсутствия свободного места на дисках.

MaaS (Monitoring as a Service-Мониторинг как Услуга)

Этот вид облачных услуг помогает организовать мониторинг ИТ-инфраструктуры с помощью инструментов, расположенных в облаке провайдера. Это особенно важно для компаний, инфраструктура которых разнесена географически. Данный сервис позволяет организовать централизованный мониторинг всех систем с единой точкой входа.

DaaS (Desktop as a Service-Рабочий стол как Услуга)

Данная услуга заключается в предоставлении пользователям удаленных рабочих столов. С помощью данной услуги можно быстро и с минимальными затратами организовать новый офис, с централизованным управлением рабочих мест. Также, одним из преимуществ данной услуги является возможность работы с любого устройства, что особенно ценно для сотрудников в командировках и постоянных разъездах.

STaaS (Storage as a Service-Хранилище как Услуга)

Эта услуга заключается в предоставлении дискового пространства в облаке провайдера. При этом для пользователей такое пространство будет обычной сетевой папкой или локальным диском. Сильная сторона данного решения заключается в повышенной безопасности данных, так как в облаке провайдера работают надежные системы хранения данных.

NaaS (Network as a Service-Сеть как Услуга)

Данная услуга позволяет организовать полноценную, сложную сетевую инфраструктуру в облаке провайдера. Этот сервис включает в себя инструменты маршрутизации, организацию безопасности, а также использование различных сетевых протоколов.

Заключение.

Облачные вычисления и «облака» являются частью повседневного использования компьютерных сетевых технологий. Ключевые преимущества облачного сервиса включают в себя: масштабируемость, многопользовательский режим, эластичность и экономию затрат на используемые ресурсы.

В настоящее время на рынке облачных сервисов есть много игроков, предлагающих свои платформы. Среди этих продуктов есть также бесплатные (открытые), которые можно разрабатывать независимо, если необходимо разработать уникальную архитектуру для развертывания

инфраструктуры. Некоторые компании используют готовые решения, другие разрабатывают оригинальные решения. Облачный сервис становится самой растущей тенденцией в мире. Как услуга, она создает конкурентное преимущество, и компаниям, которые ее не используют, будет трудно идти в ногу с лидерами.

ЛИТЕРАТУРА

[17] Гохман В.В. ArcGIS в облаке // ArcReview. – 2010. – № 3 (54). URL: http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_54/1_Obl.html (дата обращения: 16.11.2010).

[18] Янюшкин В.В. Программные компоненты и архитектурные решения распределенных информационных систем на основе применения технологий cloud computing и WCF / В.В. Янюшкин // Перспективы развития средств и комплексов связи. Подготовка специалистов связи: мат. межвуз. научн.-техн. конф. – Новочеркасск: НВВКУС, 2009. – С. 239-241.

[19] (Клермонтский отчет об исследованиях в области баз данных. 2008. URL: http://citforum.ru/database/articles/claremont_report/ (дата обращения: 16.11.2010).

[20] Динцис Д. Храним данные в «облаках». – 06.02.2009. URL: http://hostinfo.ru/articles/web/ 1531/ (дата обращения 25.11.2010). Раздел IV. Новые информационные технологии 153

[21] Робототехника и компьютерно-интегрированное производство. Том 61, февраль 2020, 101840

[22] Цифровые коммуникации и сети. Том 3, Выпуск 2, май 2017 года, страницы 101-11

[23] Николас Карр «Великий переход» - что готовит революция облачных технологий -2014г.

[24] Нил Склейтер. Облачные вычисления в образовании: Аналитическая записка/ Пер. с англ. Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. -Москва, 2010

[25] Фокин Н.Б., статья Обоснование эффективности использования Облачных технологий, http://journal.itmane.ru/node/649

[26] Википедия, статья «Облачные вычисления» http://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные_вычисления

[27] УК «АЛЬЯНС. ВЕНЧУРНЫЙ БИЗНЕС», статья Облачные вычисления как настоящее и будущее ИТ, http://venture-biz.ru/informatsionnye-tekhnologii/205-oblachnye-vychisleniya

[28] Клементьев И. П. Устинов В. А. Введение в облачные вычисления. - УГУ, 2009

[29] http://it.sander.su - статья «Облачные технологии и распределенные вычисления»

[30] Хранение важных данных в "облаке" - Dropbox. Алекс Экслер. [Электронный ресурс] / Ликбез. 17.09.2017 / Режим доступа: http://www.exler.ru/likbez/11-01-2012.htm.

[31] Что такое облачные технологии и их примеры. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.tesla-tehnika.biz/oblachnie-tehnologii.html.

Бейсек Л.Б., Киселева О.В., Головчун М.А.

Б ұлттық сервистердің моделдерін зерттеу

Түйіндеме: Талдау негізінде бұл мақала бұлтты қызметтердің мүмкіндіктерін және мүмкіндіктерін анықтайды, бұл жүйелік модельдеу тұрғысынан бұлтты қызметтердің жұмысын бағалаудың қазіргі жағдайын көрсетеді. Ашық сұрақтар және негізгі сипаттамалары.

Түйін сөздер.бұлтты есептеу, бағдарламалық платформа, SaaS, IaaS, PaaS

УДК 669.268 784: 534.179.4 1

G.Sh. Yar-Mukhamedova, G.T. Jamanbayeva, B.J. Bisembayev
(KazNU named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan)
e-mail: gulsara.jamanbayeva@mail.ru, gulmira-alma-ata@mail.ru,

PEROVSKITE-BASED SOLAR CELLS: MATERIALS, METHODS, AND FUTURE PERSPECTIVES

Abstract. A novel all-solid-state, hybrid solar cell based on organic-inorganic metal halide perovskite ($CH_3NH_3PbX_3$) materials has attracted great attention from the researchers all over the world and is considered to be one of the top 10 scientific breakthroughs in 2013. The perovskite materials can be used not only as light-absorbing layer, but also as an electron/hole transport layer due to the advantages of its high extinction coefficient, high charge mobility, long carrier lifetime, and long carrier diffusion distance. The photoelectric power conversion efficiency of the perovskite solar cells has increased from 3,8% in 2009 to 22,1% in 2016, making perovskite solar cells the best potential candidate for the new generation of solar cells to replace traditional silicon solar cells in the future. In this paper, we introduce the

development and mechanism of perovskite solar cells, describe the specific function of each layer, and focus on the improvement in the function of such layers and its influence on the cell performance. Next, the synthesis methods of the perovskite light-absorbing layer and the performance characteristics are discussed. Finally, the challenges and prospects for the development of perovskite solar cells are also briefly presented.

Key words: perovskite, solar cell, light-absorbing layer

Яр-Мухамедова Г.Ш., Джаманбаева Г.Т., Бисембаев Б.Ж.
([1]КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.
gulsara.jamanbayeva@mail.ru, gulmira-alma-ata@mail.ru

СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТА: МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НА БУДУЩЕЕ

Аннотация. Новый полностью твердотельный гибридный солнечный элемент на основе органо-неорганического металлического галогенида перовскита ($CH_3NH_3PbX_3$) привлек большое внимание исследователей во всем мире и считается одним из 10 лучших научных прорывов в 2013 году. Перовситные материалы могут быть использованы не только в качестве светопоглощающего слоя, но и в качестве электронно-дырочного транспортного слоя благодаря преимуществам его высокого коэффициента экстинкции, высокой подвижности заряда, длительного срока службы носителей и большого расстояния диффузии носителей. Эффективность преобразования фотоэлектрической энергии перовскитовых солнечных элементов возросла с 3,8% в 2009 году до 22,1% в 2016 году, что делает перовскитовые солнечные элементы лучшим потенциальным кандидатом на новое поколение солнечных элементов для замены традиционных кремниевых солнечных элементов в будущем. В данной работе мы вводим развитие и механизм перовскитовых солнечных элементов, описываем специфическую функцию каждого слоя и фокусируемся на улучшении функции таких слоев и ее влиянии на работу элемента. Далее обсуждаются методы синтеза светопоглощающего слоя перовскита и его эксплуатационные характеристики. Кратко представлены проблемы и перспективы развития перовскитовых солнечных элементов.

Ключевые слова: перовскит, солнечный элемент, светопоглощающий слой

Введение. С ростом глобального энергопотребления и загрязнения окружающей среды традиционные ископаемые источники энергии не могут обеспечить устойчивое развитие человеческого общества. Использование чистых возобновляемых источников энергии стало необходимым условием для развития человеческого общества. Среди множества новых энергетических технологий солнечная энергетика, несомненно, является одной из самых перспективных технологий. Солнечный элемент-это устройство, которое преобразует световую энергию непосредственно в электрическую с помощью фотоэлектрических эффектов или фотохимических реакций. В 1839 году французский физик Беккерель впервые открыл фотоэлектрический эффект. В 1876 году британские ученые Адамс и др. установлено, что селеновый полупроводник может производить электричество, когда он излучается под солнечным светом [1].

Способы получения светопоглощающего слоя перовскита

Методы синтеза светопоглощающего слоя перовскитовых солнечных элементов можно условно разделить на три типа: метод растворения, метод осаждения паром и метод решения с помощью пара. Метод решения прост и экономичен, но в синтетических кристаллах образуется больше внутренних дефектов, а слой переноса дырок находится в непосредственном контакте со слоем переноса электронов, что снижает коэффициент заполнения устройства и напряжение разомкнутой цепи. Пленки перовскита, полученные методом осаждения паром, имеют высокую поверхностную плотность и меньшее количество дефектов, что улучшает коэффициент заполнения и напряжение холостого хода. Однако этот метод требует наличия высоковакуумной среды и требует больших энергозатрат. Метод решения с помощью пара объединяет преимущества метода решения и метода испарения. При более низком вакууме можно синтезировать перовскитные материалы с меньшим количеством внутренних дефектов. Рисунок 1 иллюстрирует различные способы нанесения перовскитового слоя.

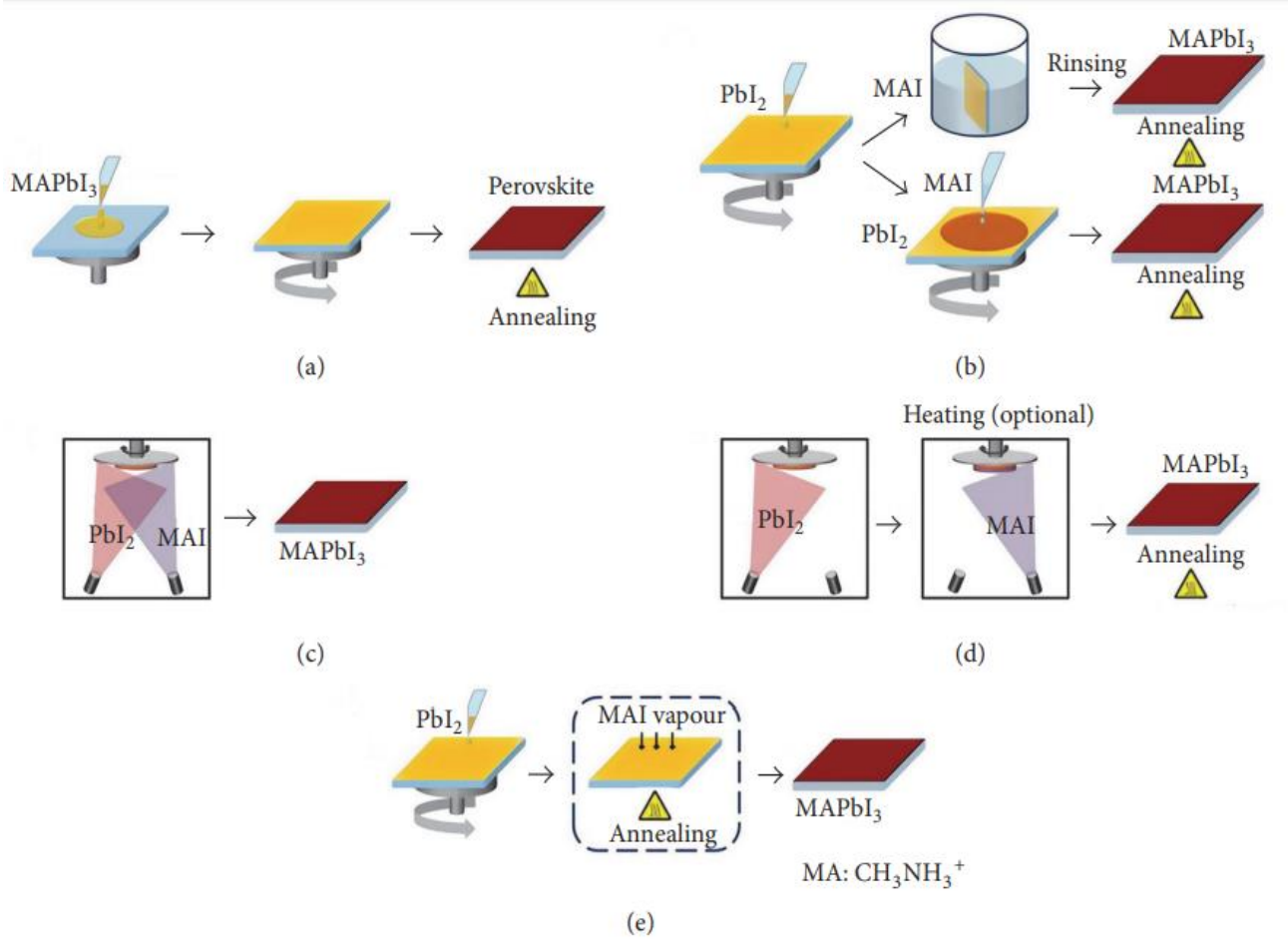


Рис. 1. Иллюстрация различных методов осаждения слоя перовскита: а) одностадийный метод на основе раствора, б) двухступенчатый метод на основе раствора, в) метод осаждения из двух источников пара, г) последовательный метод осаждения из пара и е) метод осаждения с помощью пара [2].

Метод растворения

Методы синтеза растворов перовскитовых материалов можно разделить на одно - и двухступенчатые по числу стадий осаждения. Одноэтапный синтез светопоглощающего слоя перовскита кратко описан ниже. PbX_2 и MAX растворяются в растворителях в определенном стехиометрическом соотношении с образованием раствора-предшественника, который затем непосредственно покрывается спином на подложке TiO2 и высушивается при соответствующей температуре и атмосфере для получения светопоглощающего слоя перовскита. Качество кристаллов и свойства слоя перовскита тесно связаны с используемым растворителем, температурой отжига и временем отжига [3, 4]. Одностадийный метод осаждения прост, но контролировать морфологию и размер синтетических кристаллов непросто. Метод двухступенчатого последовательного осаждения был впервые предложен Liang и др. [5]. В этом методе насыщенный метанольный раствор PbI_2 используется в качестве раствора-предшественника для спинового покрытия на подложке TiO_2. А затем субстрат с покрытием PbI_2 погружают в раствор 2-пропанола, содержащий MAI, на подходящее время, а затем промывают 2-пропанолом. После сушки при подходящей температуре PbI_2 вступает в реакцию с MAI и синтезируется слой перовскита. Время погружения и концентрация раствора MAI имеют решающее значение для морфологии и оптоэлектронных свойств конечных пленок $MAPbI_3$. Буршка и др. получают перовскитовые солнечные элементы с высоким КПД 15% по слегка модифицированному двухступенчатому методу методом спинового покрытия раствором MAI на пленке PbI_2 вместо погружения [6]. По сравнению с одностадийным методом растворения, двухступенчатый метод выгоден для изготовления перовскитовых пленок в условиях относительно высокой влажности, где относительная влажность менее 60% трудно влияла на общую производительность [7].

Метод испарения-осаждения

Метод пароосаждения поглощающего слоя перовскита, как правило, осуществляется в условиях высокого вакуума. PbX_2 и MAX осаждаются одновременно или попеременно на предварительно покрытую подложку TiO_2 путем термического испарения из двойных источников PbX_2 и MAX. $MAPbX_3$ образуется при соответствующей температуре и атмосфере, а затем кристаллизуется в пленку перовскита. Снайт и др. сначала сообщали о совместном испарении осажденной пленки $MAPbI_3$ и наносили ее на планарные гетеропереходные перовскитовые солнечные элементы, достигая PCE 15,7% и 21,5 ма·см$^{-2}$ [6, 8]. Однако этот метод требует высокой температуры для испарения твердого PbI_2 в пар. Метод имеет высокие требования к оборудованию и может производить токсичные газы. Недостатков синтеза перовскитового слоя можно было бы избежать, если бы вместо PbI_2 был разработан и выбран новый галогенид металла с низкой температурой испарения и низкой токсичностью.

Аналогично двухступенчатому процессу растворения был предложен модифицированный метод осаждения паров, названный "последовательным осаждением паров", в котором PbX_2 сначала осаждался термическим испарением с последующим осаждением макс. Это последовательное осаждение было разработано из-за сложности мониторинга скорости осаждения МАИ в процессе кодирования. Установлено, что фотоэлектрические характеристики устройств, полученных последовательным осаждением, существенно зависят от температуры подложки. Приборы на основе тонких пленок перовскита $MAPbI_3$, полученных методом последовательного осаждения паром, показали КПД 15,4% [9]. Тандем перовскит/перовскит солнечных элементов, изготовленных путем последовательного осаждения из паровой фазы и обеспечивших максимальный PCE 18%, что подчеркивает потенциал последовательно осажденных многослойных структур для повышения эффективности перовскитных устройств с одним переходом [10].

Способ получения паросодержащего раствора

Метод паровых растворов является относительно экономичным методом синтеза высококачественных светопоглощающих слоев перовскита. Он был разработан во избежание недостатков метода растворения и метода осаждения паром. Процесс метода решения с помощью пара может быть описан ниже. PbX_2 осаждают на стекло FTO, покрытое TiO_2 методом растворов, а затем зерна $MAPbX_3$ выращивают на месте реакцией в максимальных парах при 120-165°C в атмосфере азота в течение 2-4 ч. Впервые сообщалось о пленках перовскита с микроскопическими размерами зерен, низкой шероховатостью поверхности и полным покрытием поверхности с помощью метода парового раствора [11]. Они применили пленки в планарных гетеропереходных перовскитовых солнечных элементах и измерили средний PCE 12,1% с высокой воспроизводимостью. Однако в методе решения с помощью пара пленки PbX_2 на дне не могут полностью реагировать с максимальным паром, что приводит к увеличению внутреннего сопротивления и снижению выходной мощности перовскитовых ячеек.

Среди указанных выше способов приготовления разработка способов приготовления направлена на получение компактных перовскитовых пленок с высокой чистотой, небольшим количеством дефектов и высоким покрытием. Основной целью исследований этих методов подготовки является улучшение электрического контакта между различными слоями, снижение плотности дефектов и потерь несущей при передаче, а также достижение высокой эффективности преобразования мощности.

Выводы

В этой статье мы рассмотрели достижения последних разработок, а также основы и основные структуры перовскитовых солнечных элементов. Привлекательна универсальность методов изготовления светопоглощающего слоя перовскита, которые включают метод осаждения раствором, метод осаждения паром и метод растворения с помощью пара.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M. A. Green, S. R. Wenham, J. Zhao, J. Zolper, and A. W. Blakers, “Recent improvements in silicon solar cell and module efficiency,” in *Proceedings of the Twenty First IEEE Photovoltaic Specialists Conference - 1990 Part 2 (of 2)*, pp. 207–210, May 1990.

[2] A. Djurišić, F. Liu, H. Tam et al., “Perovskite solar cells - An overview of critical issues,” *Progress in Quantum Electronics*, vol. 53, pp. 1–37, 2017

[3] Y. Yang, J. You, Z. Hong et al., “Low-temperature solution-processed perovskite solar cells with high efficiency and flexibility,” *ACS Nano*, vol. 8, no. 2, pp. 1674–1680, 2014

[4] L. Barnett, V. L. Cherrette, C. J. Hutcherson, and M. C. So, “Effects of Solution-Based Fabrication Conditions on Morphology of Lead Halide Perovskite Thin Film Solar Cells,” *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2016, Article ID 4126163, 2016.

[5] K. Liang, D. B. Mitzi, and M. T. Prikas, “Synthesis and characterization of organic−inorganic perovskite thin films prepared using a versatile two-step dipping technique,” *Chemistry of Materials*, vol. 10, no. 1, pp. 403–411, 1998

[6] J. Burschka, N. Pellet, S. Moon et al., “Sequential deposition as a route to high-performance perovskite-sensitized solar cells,” *Nature*, vol. 499, no. 7458, pp. 316–319, 2013

[7] Y. Xu, L. Zhu, J. Shi et al., “The Effect of Humidity upon the Crystallization Process of Two-Step Spin-Coated Organic-Inorganic Perovskites,” *ChemPhysChem*, vol. 17, no. 1, pp. 112–118, 2016.

[8] M. A. Green, A. Ho-Baillie, and H. J. Snaith, “The emergence of perovskite solar cells,” *Nature Photonics*, vol. 8, no. 7, pp. 506–514, 2014

[9] C. W. Chen, H. W. Kang, S. Y. Hsiao, P. F. Yang, K. M. Chiang, and H. W. Lin, “Efficient and uniform planar-type perovskite solar cells by simple sequential vacuum deposition,” *Advanced Materials*, vol. 26, no. 38, pp. 6647–6652, 2014

[10] D. Forgács, L. Gil-Escrig, D. Pérez-Del-Rey et al., “Efficient Monolithic Perovskite/Perovskite Tandem Solar Cells,” *Advanced Energy Materials*, vol. 7, no. 8, 2017

[11] Q. Chen, H. Zhou, Z. Hong et al., “Planar heterojunction perovskite solar cells via vapor-assisted solution process,” *Journal of the American Chemical Society*, vol. 136, no. 2, pp. 622–625, 2014

Яр-Мухамедова Г.Ш., Джаманбаева Г.Т., Бисембаев Б.Ж.

Перовскит негізіндегі күн элементтері: материалдары, әдістері және болашақтағы перспективалары

Түйіндеме. Органо-неорганикалық металды галогенидті перовскит негізіндегі ($CH_3NH_3PbX_3$) толықтай жаңа қатты денелі гибридті күн элементтері барлық әлемдегі зерттеушілердің жоғары назарын аударып отыр және 2013 жылғы 10 керемет ғылыми ұмтылыстардың бірі болып саналады. Перовскит материалдары тек қана жарық жұтқыш қабат ретінде ғана емес, сонымен қатар оның экстинкция коэффициентінің жоғарылығы, зарядтарының жоғары қозғалғыштығы, тасымалдағыштарының қызмет мерзімінің ұзақтығы және тасымалдағыш диффузиясының үлкен ара қашықтығы артықшылықтарының арқасында электронды-ақаулы тасымалдаушы қабат ретінде қолданылуы мүмкін. Перовскитті күн элементтерінің фотоэлектрлік энергияны түрлендіру тиімділігі 2009 жылы 3,8%-дан 2016 жылы 22,1%-ға артуы перовскитті күн элементтерін дәстүрлі кремний күн элементтерін болашақта алмастыратын жаңа буын күн элементтерінің үздік потенциалды кандидаты болып табылады. Бұл жұмыста перовскитті күн элементтері механизмінің дамуын, әр қабаттың арнайы функциясын және сол қабаттар функциясын жақсарту және оның элементтің жұмысына әсеріне тоқталамыз. Әрі қарай жарық жұтқыш қабаттарды синтездеу әдістері және олардың эксплуатациялық сипаттамалары талқыланады. Перовскитті күн элементтерінің даму перспективасы және проблемалары қысқаша берілген.

Кілттік сөздер: перовскит, күн элементі, жарықжұтқыш қабат.

УДК 72.034 – 728.7

A.S. Nogaibayeva, K.I. Samoilov
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: Anara95_95@mail.ru)

SPECIFICITY OF MOBILE BUILDINGS AND STRUCTURES

Abstract. The appearance of mobile buildings dates back to ancient times and is due to the need for the movement of people of that time along with their housing. At the present stage of housing construction, the problems of the formation of mobile buildings are considered from a completely different perspective. Concepts about the level of housing comfort and opinions about the problems of creating an optimal environment under conditions of mobility are changing, since all these processes are directly related to the growing pace of scientific and technological progress and social phenomena. This article discusses the specifics of mobile buildings and structures and the historical background of the emergence of needs for their formation.

Key words: mobile building, mobile housing, transformation, yurt, container, nomads

А.С.Ногайбаева, К.И.Самойлов
(Satbayev University, Алматы, Казахстан
E-mail: Anara95_95@mail.ru)

СПЕЦИФИКА МОБИЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация: Появление мобильных строений относится к древним временам и обусловлено необходимостью передвижения людей того времени вместе с их жильем. На современном этапе домостроения, проблемы формирования мобильных строений рассматриваются с совершенно другой стороны. Меняются понятия об уровне комфортности жилья и мнения о проблемах формирования оптимальной среды при условиях мобильности, так как все эти процессы напрямую связаны с нарастающим темпом научно-технического прогресса и социальных явлений. В данной статье рассмотрена специфика мобильных зданий и сооружений и исторические предпосылки возникновения потребностей в их формировании.

Ключевые слова: мобильное здание, мобильное жилье, трансформация, юрта, контейнер, кочевники

Введение.

В попытках достичь непрерывно меняющиеся реалии и находящихся в постоянной спешке и поисках новшеств людей, архитектура так же вбирает в себя все больше качеств мобильности: она становится трансформируемой, динамичной, адаптируемой, интерактивной и движущейся [1].

По причине того, что необходимость населения в прибывании вне городских условий и максимально отдаленных от цивилизации и наличия комфортных условий местах обитания, не теряет своей актуальности так же, как и множество столетий назад, появляется потребность в более глубоком исследовании истории формирования мобильных строений. Люди современности испытывают потребность во сне и еде, в защите от холода, жары и опасности, так же как и наши предки. В древности кочевые племена перемещались с места на место по причине смены сезонов, войн между поселениями, охотничьего сезона и прочих политических факторов. В нашем случае люди отправляются на природу в роли туристов и научных сотрудников, а также при военных чрезвычайных ситуациях или по причине природных катаклизм (стихийные бедствия), когда природа сама рушит цивилизацию [2]. Цель статьи - выявление особенностей проектирования и возведения мобильного жилья на основе изучения мирового и отечественного опыта с учетом комплексной оценки формирующих факторов

Основная часть.

Этапы развития мобильных строений, как и любые такого рода процессы, имеют свои предпосылки, связанные с социологическими и историческими корнями. Мобильные строения появились еще в глубокой древности, и до сих пор используются как оптимальный вариант при суровом или неблагоприятном климате или же при каких-либо определенных особенностях проживания населения. Например, в начале нашей эры римляне использовали мобильные строения для военных целей. Такого же типа строения были и в период правления Чингисхана и завоевательных походов его преемников. В этом случае более соответствующими прецедентами мобильных поселений являются жилища монгольских и тюркских групп [3].

Кроме этого, прототипом мобильных модульных строений можно считать небольшие дома из дерева, пользовавшиеся спросом на территории Англии и Шотландии XII века. Их изготавливали как отдельные элементы, которые собирались по необходимости при небольших усилиях. Если же территория являлась непригодной для проживания дома, то легко разбирались и переносились на более благоприятную территорию [4].

Продолжительность проживания людей в данных строениях и сформировало постоянный тип жилища: геры и юрты (сборно-разборные, на колесах) и временный – тип жилища, который применяли в определенные периоды и в различные времена года (палатки) [5].

Палатки монголов были простыми по конструкции, устойчивыми и легко собирались и разбирались. В зависимоти от формы их разделяли как четырех -, шести и восьмискатные. Отдельного внимания заслуживают жилища на колесах. Этот тип мобильных зданий сформировался в связи с частыми войнами и нападениями на поселения. Такие телеги с установленными на них юртами были очень маневренными, и использовались в период расцвета кочевой жизни [6].

В то же время коренные народы Севера Америки, Северной и Северо-Восточной Европы и Сибири использовали различные типы мобильного жилища: яранга у чукчей, эскимосов, коряков и

юкагиров и др.; чум у саамов, ненцев, эвенков, манси и др.; и типи (у индейцев Великих Равнин), состоящие из шестов, покрытых оленьими шкурами, берестой, циновками или корой [7].

По прошествию времени начали меняться условия жизнедеятельности людей. Постепенно начался переход к оседлому образу жизни, поменялся и сам тип жилища: юрты были заменены плетеными мазанками, землянками, срубами и т.д в зависимости от условий местности. То есть в основном, этот тип жилища исчез, но сами проблемы создания мобильных зданий периодически появлялись в иных аспектах [8].

После того как были обустроены дороги появилась возможность перевозить габаритные грузы на большие расстояния, в связи с чем с 1906 года многими фирмами начали производиться мобильные конструкции. В данном случае можно выявить прямую типологическую и технологическую зависимость эволюции мобильных зданий от эволюции развития транспорта, применяемого для их транспортировки, а также периодичность в развитии систем мобильных зданий относительно развития транспортных средств. В тоже время каждый новый этап технологического развития расширяет как среду использования мобильных зданий, так и возможные варианты его решений (компоновочные, объемно-планировочные, дизайнерские и т.д). Также можно проследить и обратное воздействие перспективных разработок мобильных зданий на уровень развития вышеуказанных транспортных средств [4].

С началом развития металлообрабатывающей промышленности появилась возможность заменить деревянные конструктивные детали на металлические.

Так как мобильные модульные конструкции в начале были непривычны для обывателей, первые здания использовались для торговых и складских целей. Быстровозводимое жилье получило свое развитие гораздо позже. Лишь после того как были преодолены технические сложности и доступность технологий, появилась возможность учитывать многие запросы потребителей в процессе производства [9].

Высокий спрос на модульные здания появился к концу 40-х – началу 50-х годов прошлого века, после окончания Второй мировой войны. На тот период создались условия, которые поспособствовали развитию технологий строения мобильных зданий. Послевоенное время, и нестабильный рынок недвижимости дали людям возможность преодолеть психологический барьер и развеять сомнения касательно быстровозводимых конструкций [10].

Модульные жилые здания были преимущественно лучше по срокам сборки и возможности перемещения в новые места без особых затруднений. На территории Европы, для людей потерявших жилье в следствии войны строились жилые массивы, места торговли, кемпинги и прочие сооружения той современности [11].

Как показывает анализ последующего развития, как самих мобильных зданий, так и их положения в общей структуре расселения, сформированная временем зависимость места проживания–средства транспортирования–мобильного жилища сохраняется, и приводит к тому, что ареал использования мобильных зданий постоянно рос по направлению усиления экстремальной внешней среды. Расширяется и спектр факторов (природно-климатические, технические, экономические, экологические), определяющих применение мобильных зданий относительно условий и комплекса решаемых с их помощью задач [12].

В это же время увеличивается и ареал возможных потребителей, который формально делится на следующие группы: общественные, социальные, частные и особые. Также можно отметить, что каждый период развития мобильных зданий имеет качество превалирования одной группы факторов влияния и потенциальных жителей над другими, что проходит на фоне их растущей дифференциации. Но при этом основным принципом, определяющим переход на использование мобильных зданий остается неизменно «принцип ограниченности ресурсов» - что характеризуется ограниченностью территории, пространства для жизнедеятельности, времени, ресурсов и пр., и «принцип изменяемости условий» - изменяемость места, внешних и внутренних условий [13].

Вместе с выше перечисленными принципами в концепции мобильных зданий начинают выявляться основы будущего развития, то есть его качеств адаптации – приспособление зданий к внешнему, в первую очередь природно-климатическому фактору, запасу конструктивных материалов в данной местности, а также к цели и задачи, установленным потребителем перед зданием.

Классическим примером в данной ситуации может стать среднеазиатская юрта–жилье кочевых тюркских народов, которое было идеально приспособлено к их образу жизни: деревянный каркас давал возможность легко разбирать, собирать и без особых затруднений перевозить жилье; покрытие из войлока отлично служило теплозащитой, легко заменялось при необходимости и имело высокий уровень транспортной деформации. Помимо этого, все используемые материалы можно было легко

достать, что дает возможность утверждать о простоте сборки, ремонтопригодности и о возможностях качества и количества трансформируемости жилья в процессе эксплуатации [13].

На сегодняшний день классифициорваны существующие мобильные здания, широко применяемые в строительстве. В зависимости от проектно-конструктивных особенностей выделены три типа таких зданий: сборно-разборные, контейнерные и передвижные. Наиболее экономичным при условиях долгосрочного пребывания мобильного поселения, и отсутствии необходимости частого демонтажа зданий, является строительство сборно-разборных мобильных зданий. В таком случае также целесообразно использование объемных зданий (контейнеры), так как они в большей мере готовы к эксплуатации. При частом перемещении целесообразно применять трейлеры, которые обладают наибольшей готовностью к транспортировке и использованию, а также возможно применять и трансформирующиеся здания.

В наше время передвижные быстровозводимые малоэтажные компактные дома применяются в различных областях (сухопутные и водные)

- временное жилье, заселяемое во время вахтовых работ, особенно во время строительства, а также в труднодоступных районах, которые находятся в удаленных от промышленных центров прирельсовой зоны, а также в районах с неблагоприятными природными и климатическими условиями;

- в условиях густо населенности населения, связанные с проблемами трудоустройства;

- для перемещения и проживания переселенцев с регионов с нестабильной военно-политической обстановкой;

- в условиях возникшие из-за чрезвычайных ситуаций (природными или техногенными факторами)

- дома предназначенные для временного проживания военнослужащих (дома для офицеров и казармы солдатам);

-научная и экспедиционная деятельность;

- дома городского, пригородного, загородно-усадебного и дачного типа

-дома в сельской местности;

- рекреационное жилье;

- жилища туристические и гостиничные [7].

На рынке мобильного домостроения и применения этих видов передвижного жилья в разных регионах имеют значительные различия. К числу тех стран — главных производителей мобильного жилья, помимо этого они относятся к тем странам которые в наибольшей степени используют все преимущества данные дома в виде дач, загородных домов, туристических кемпингов, гостиниц относятся США, Великобритания, Германия, Испания и др. А также набирают обороты приспособление транспортных средств под жилье: обустроить дом в автобусах, в грузовых контейнерах и в кузовах грузовых автомобилей [14].

В отдаленных планах мобильного жилища создание улучшенной версии жилища с усилением в сторону кибернетизации, систем управления жилищем и трансформационных характеристик.

Заключение.

Проведенный сравнительный анализ специфики традиционного и альтернативного (передвижного) жилья позволил выявить характерные функционально-типологические особенности мобильного домостроения, влияющие на его проектирование, производство, возведение и эксплуатацию. Кроме этого, было выявлено, что на данный момент в стране набирает оборот массовое производство разных элементов необходимых для жилищ, а также для объектов промышленного и массового строительства, и прочих разных отраслей хозяйства. Один из них в добывающей отрасли, именно в нефтегазовой (в бригадах буровых и эксплуатационных, в поселках различных участков), в отрасли цветных металлов (поселки для разработки месторождений), в лесной отрасли (в поселках которые находятся в глубинке, в базах различных бригад) и др. В отрасли, связанной со строительством-линейных сооружений разного вида, в строительстве крупных построек и гидроэлектростанций, а также в сельском хозяйстве. В науке - включающих в себя разного вида научно-исследовательских экспедиций: геологических, археологических и метеорологических и др. В эту группу также можно включить научные экспедиции, связанные с космосом и подводным миром [15]. Таким образом становится ясным, что несмотря на то, что цивилизация дала стабильность и архитектурные сооружения стали капитальными, потребность в мобильной архитектуре не исчезла.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Панфилов А. В. Кластерное мобильное жилище //Сборник научных трудов SWorld. – 2014. – Т. 18. – №. 4. – С. 12-18.

[2] Скиндер Я., Мироненко В. П. Исторические предпосылки формирования понятия «мобильная архитектура». Харьков – 2011.

[3] Сапрыкина Н.А. Мобильное жилище для севера.–Стройиздат. Ленингр.отделение, 1986. - 216с.

[4] Шипулина А. С., Кикоть А. А. История развития мобильных зданий // Ползуновский альманах [Электронный ресурс]. 2017. URL: elib.altstu.ru/journals/Files/pa2017_04_2/pdf/237shipulina (Дата обращения: 21.10.2019).

[5] Сапрыкина, Н. А. Исторические прецеденты использования принципов динамической адаптации архитектурных объектов Текст. /Н. А. Сапрыкина// Известия вузов. Сер. «Строительство». — 2002. 6. - с. 96 - 101.

[6] Владимирцов Б.Я. Работы по истории и этнографии монгольских народов — Москва: Восточная литература, 2002. — 557 с.

[7] Мироненко В. П., Цымбалова Т. А. Мобильное жилье как функционально-типологическая разновидность индустрии современного домостроения //Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – №. 9 (210).

[8] Сапрыкина Н. А. Особенности формирования среды обитания в контексте динамической адаптации архитектурного пространства //Приволжский научный вестник. – 2015. – №. 1 (41).

[9] Виньков А. Инновации в строительном кластере: барьеры и перспективы // Строительство и девелопмент [Электронный ресурс]. 2017. URL: https://raexpert.ru/researches/city/inno_r_db#11 (Дата обращения: 21.10.2019).

[10] Дмитриева, Н.О., Беляева, А.Ю., Рукосуева, Е.А. Модульное строительство как современное направление возведения малоэтажного жилья // Молодой ученый. - 2017. -№15. - С. 366-370. - URL https://moluch.ru/archive/149/42270/.

[11] Полезные статьи о железнодорожном транспорте, немного истории // Все о железнодорожном транспорте. [Электронный ресурс]. 2013. URL: http://www.rgd.matrixplus.ru (Дата обращения: 21.10.2019).

[12] Панфилов, А. В. Особенности формирования мобильного жилища для временного пребывания: конец XX - начало XXI века: автореферат дис. ... кандидата архитектуры: 05.23.21 / - Москва, 2013. - 26 с.

[13] Панфилов А.В. Мобильное жилище. Анализ эволюции и направлений дальнейшего развития. // Объединенный научный журнал – АПН, Москва, 2008, № 7. – 76 с. – С.58-62 (0.4 п.л.)

[14] Сапрыкина, Н.А. Динамическая адаптация архитектурных объектов: автореф. дис. … доктора арх. (в форме научного доклада), 18.00.02. – Москва, 1999.

[15] Всеобщая история архитектуры. В 12 томах. Том 1. Архитектура Древнего мира. Халпахчьян, О.Х. (ред.). Второе издание, исправленное и дополненное. – Москва: Стройиздат, 1970. – 512 с.

Ногайбаева А.С., Самойлов К.И.

Жылжымалы ғимараттар мен құрылыстардың спецификасы

Түйіндеме. Тұрғын үй құрылысының қазіргі кезеңінде жылжымалы ғимараттарды қалыптастыру мәселелері мүлдем басқа тұрғыдан қарастырылады. Бұл мақалада жылжымалы ғимараттар мен құрылыстардың ерекшелігі және оларды қалыптастыру қажеттіліктерінің пайда болуының тарихи негіздері қарастырылады.

Түйінді сөздер: жылжымалы ғимарат, жылжымалы тұрғын үй, қайта құру, киіз үй, контейнер, көшпенділер

N. Smailov, Y. Akhmetov, Adybayev Zh.
(Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: yermurat.akhmetov@gmail.com)

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN OF COMMUNICATION EQUIPMENT WITH THE REQUIRED LEVEL OF TRUST IN HARDWARE BASE

Annotation. The article discusses the open systems interconnecting from a information security point of view, hardware components supporting physical layer interfaces are considered, and suggests methods for implementing data link and network layer protocols are proposed. Measures to ensure information security when using components of foreign production are proposed.

Key words: open systems interconnecting, information security, communication protocols, microcontrollers, field-programmable gate array.

Н.К. Смайлов, Е.Н. Ахметов, Адыбаев Ж.Б.
(Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: yermurat.akhmetov@gmail.com)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН ОБОРУДОВАНИЯ СВЯЗИ С ТРЕБУЕМЫМ УРОВНЕМ ДОВЕРИЯ К АППАРАТНОЙ БАЗЕ

Аннотация. В статье рассмотрена эталонная модель взаимодействия открытых систем OSI с точки зрения информационной безопасности, рассмотрены аппаратные компоненты поддерживающие интерфейсы физического уровня, предложены способы реализации протоколов канального и сетевого уровня. Предложены меры по обеспечению информационной безопасности при использовании комплектующих иностранного производства.

Ключевые слова. OSI, информационная безопасность, протоколы связи, микроконтроллеры, программируемые логические интегральные схемы.

Введение

Согласно статистике экспорта и импорта товаров, относящихся к информационно-коммуникационным технологиям, опубликованной на сайте Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республике Казахстан, за период с 2007 по 2018 годы объем импорта телекоммуникационного оборудования с середины 2008 не снижается и составляет более 1 млрд. дол. США в год [1].

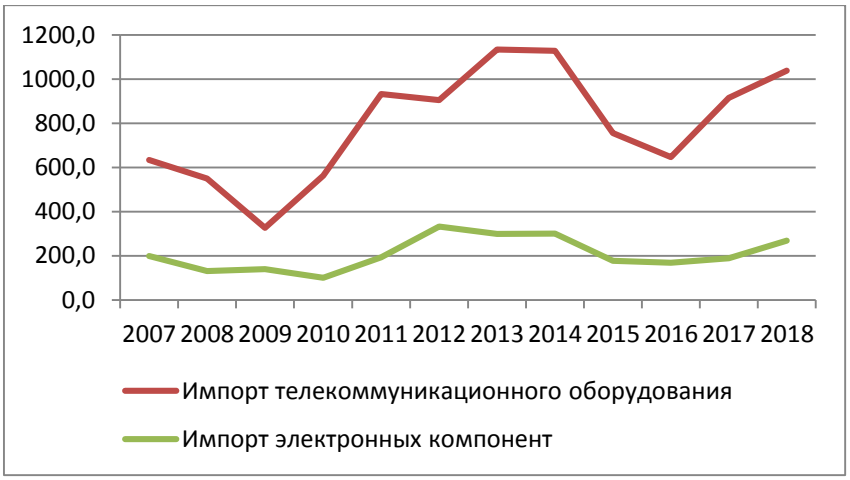


График № 1. Динамика импорта телекоммуникационного оборудования и электронных компонентов.

В условиях постоянно растущего импорта телекоммуникационного оборудования остро стоит вопрос обеспечения безопасности связи при организации государственного и военного управления по электрическим каналам связи.

Вместе с тем, статистика импорта электронных компонентов, объемы которого пока не превышают 332 млн. дол. США в год, косвенно свидетельствует о медленно растущем потенциале приборостроительной отрасли в стране [1].

Таким образом, целесообразно через призму информационной безопасности оценить существующие технологии для определения перспектив разработки казахстанских образцов оборудования связи, с заданным уровнем доверия.

Основная часть

В Республике Казахстан под информационной безопасностью понимается состояние защищенности информационного пространства, а также прав и интересов человека и гражданина, общества и государства в информационной сфере от реальных и потенциальных угроз, при котором обеспечивается устойчивое развитие и информационная независимость страны [2].

В соответствии с положениями Закона Республики Казахстан «О связи» от 5 июля 2004 года N 567 под защищенной связью понимается вид электрической связи с использованием специальных средств защиты информации, который подразделяется на кодированную, засекреченную и шифрованную связь [3].

Кодированная и шифрованная связь использует документы, технику, машины и средства вычислительной техники, которые обеспечивают защиту информации без использования электрических каналов связи. По электрическим каналам связи организуется засекреченная связь с использованием специальной аппаратуры засекречивания или стеганографии [4].

Классическая модель информационной безопасности базируется на обеспечении трех значимых для безопасности информации атрибутов: конфиденциальность, целостность и доступность [5].

Как известно в модели OSI средства взаимодействия разделены на семь уровней. Функции всех уровней модели OSI могут быть отнесены к одной из двух групп: либо к функциям, зависящим от конкретной технической реализации сети, либо к функциям, ориентированным на работу с приложениями [6].

Три нижних уровня — физический, канальный и сетевой — являются сетезависимыми, т.е. протоколы этих уровней тесно связаны с технической реализацией сети и используемым коммуникационным оборудованием.

Три верхних уровня — прикладной, представительный и сеансовый — ориентированы на приложения и мало зависят от технических особенностей построения сети. На протоколы этих уровней не влияют какие бы то ни было изменения в топологии сети, замена оборудования или переход на другую сетевую технологию [7].

Транспортный уровень является промежуточным, он скрывает все детали функционирования нижних уровней от верхних. Это позволяет разрабатывать приложения, не зависящие от технических средств непосредственной транспортировки сообщений [8].

В соответствии с рекомендациями ITU-T Rec. X.200 Международного союза электросвязи в таблице № 1 приведено распределение функций безопасности по уровням эталонной семиуровневой модели OSI [9].

Таблица 1. **Распределение функций безопасности по уровням модели OSI.**

Функция безопасности	**Уровень модели OSI**						
Управление доступом							
Конфиденциальность соединения							
Конфиденциальность вне соединения							
Избирательная конфиденциальность							
Конфиденциальность трафика							
Целостность с восстановлением							
Целостность без восстановления							
Целостность вне соединения							

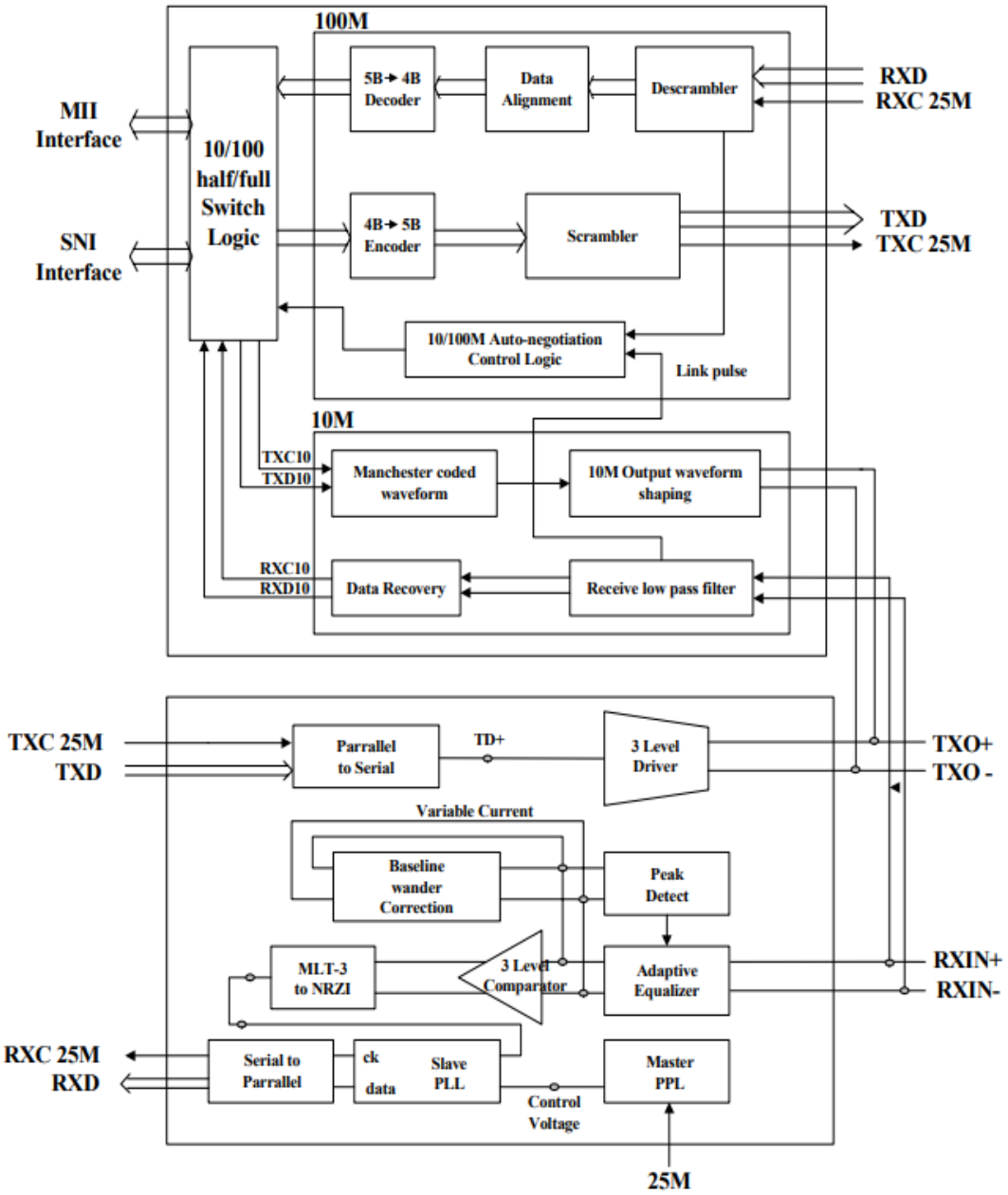
«+» - данный уровень может предоставить функцию безопасности;

«–» - данный уровень не подходит для предоставления функции безопасности.

Таким образом, в соответствии с распределением функций безопасности обеспечить конфиденциальность информации и трафика целесообразно на нижнем аппаратно-зависимом физическом уровне модели OSI.

Физический уровень предоставляет механические, электрические, функциональные и процедурные средства для активации, обслуживания и деактивации физических соединений для передачи битов между объектами канала данных. Физическое соединение может включать промежуточные открытые системы, которые ретранслируют передачу битов на физическом уровне. Объекты физического уровня связаны между собой с помощью физической среды [10].

В настоящее время функции физического уровня реализуются в специализированных цифровых сигнальных процессорах. Наиболее распространенной интегральной схемой физического уровня является микросхема семейства RTL82XX корпорации Realtek Semiconductor.[9]. Блок-схема микросхемы RTL8201CL из этой серии представлена на рисунке № 1 [8].



Рису. 1. Блок-схема микросхемы RTL8201CL.

Данная микросхемы поддерживает скорость работы 10 и 100 Мбит/с, а также реализует логику работы как по витой паре (100Base-TX), так и по оптическому (100Base-FX) интерфейсу связи.

Выводы RXD/TXD являются приемо-передатчиками для устройств канального и сетевого уровня, дифференциальные выводы TXO и RXIN подключаются через трансформатор к витой паре, либо через трансиверы к оптической линии связи.

Находящаяся в свободном доступе техническая информация позволяет реализовать на основе микрочипа RTL8201CL целый спектр такого телекоммуникационного оборудования Ethernet, как сетевые адаптеры, медиаконвертеры, хабы, коммутаторы и маршрутизаторы [8].

Протоколы канального или сетевого уровня могут быть реализованы на базе микроконтроллеров или программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Спецификация протоколов подробно описана в стандартах Internet [11] и IEEE [12]. Безопасность функционирования микроконтроллеров и ПЛИС обеспечивается доверенным микропрограммным обеспечением, с функциями криптографической защиты информации [13].

Кроме того, особенно важным при создании защищенных систем связи является обеспечение защиты информации от утечки по техническим каналам и наводкам [14].

Таким образом, для создания в Республике Казахстан оборудования связи с высоким уровнем доверия необходима аппаратная реализация протоколов физического уровня, программная реализация алгоритмов второго и третьего уровня модели OSI, а также обеспечение защиты устройств от побочных электромагнитных излучений и наводок.

Созданный за годы независимости Республики Казахстан производственный и интеллектуальный потенциал позволяют войти в клуб стран обладающих доверенными коммуникационными технологиями для нужд государственного и военного управления [15].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Экспорт и импорт товаров относящихся к информационно-коммуникационным технологиям, электронный ресурс Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан (http://stat.gov.kz/official/industry/29/statistic/7), 1 файл: 32768 байт;

[2] Пункт 5 статьи 4 Закона Республики Казахстан «О национальной безопасности Республики Казахстан», от 6 января 2012 года № 527-IV, "Казахстанская правда" от 17.01.2012 г., № 19-20 (26838-26839); "Егемен Қазақстан" от 17.01.2012 г., № 18-19 (27090);

[3] Закона Республики Казахстан «О связи», от 5 июля 2004 года № 567, Ведомости Парламента Республики Казахстан, 2004 г., N 14, ст. 81; "Казахстанская правда" от 10 июля 2004 года N 155-156;

[4] Патент РФ № RU2636690C1, МПК H04L9/08. Способ скрытой передачи информации [Текст] / Котцов В.А., Котцов В.П.; заявитель и патентообладатель ФГБ УН «Институт космических исследований российской академии наук». Опубл. 27.11.2017, Бюл. № 33.

[5] Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2017 года № 407 «Об утверждении Концепции кибербезопасности ("Киберщит Казахстана")»,

[6] Башлы П.Н. Современные сетевые технологии: Учеб, пособие. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006;

[7] Галатенко В.А. Основы информационной безопасности. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий — ИНТУИТ.РУ, 2003.

[8] Галатенко В.Л. Стандарты информационной безопасности. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий — ИНТУ ИТ. РУ, 2004.

[9] Рекомендация ITU-T Rec. X.200, Международный союз электросвязи, 07.1994 г., стр. 49.

[10] RTL8201CL Single-chip/single-port 10/100M Fast Ethernet Phyceiver Datasheet, 04 november 2005, Rev. 1.24, Track ID: JATR-1076-21, Realtek Semiconductor Corp.

[11] RFC 791, DARPA Internet program protocol specification, September 1981.

[12] ISO/IEC 8802-2:1998 (IEEE Std 802.2™-1998), Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements—Part 2: Logical Link Control.

[13] ГОСТ 28147-89 «Системы обработки информации, защита криптографическая», алгоритм криптографического преобразования, издание официальное, ИПК Издательство стандартов, Москва.

[14] Хорев, А.А. Способы защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам: пространственное электромагнитное зашумление// Специальная техника. – М.: 2012. – № 6 – С. 37-57.

[15] Постановление Правительства Республики Казахстан от 20 декабря 2018 года №846 «Об утверждении Концепции индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020 – 2025 годы».

Смайлов Н.К., Ахметов Е.Н., Адыбаев Ж.Б.

Қазақстан республикасында аппараттық базаға талап етілетін сенім деңгейде байланыс жабдықтарды әзірлеу перспективалары

Түйіндеме. Мақалада OSI ашық жүйелердің әрекеттестігінің эталондық үлгісі ақпараттық қауіпсіздік тұрғысынан қарастырылды, физикалық деңгейде интерфейстерді қолдайтын аппараттық құрал-жабдықтар қаралды және деректер байланысы мен желілік деңгей протоколдарын енгізу әдістері ұсынылды. Шетелдік қосалқы бөлшектерді қолдану кезінде ақпаратты қорғау шаралары ұсынылды.

Түйін сөздер: OSI ашық жүйелердің әрекеттестігінің эталондық үлгісі, ақпараттық қауіпсіздігі, байланыс протоколдары, микроконтроллер мен бағдарламаланатын логикалық интегралды схемалар.

УДК. 004.423.4

[1]B.S. Kubekov, [1]A.K. Magametova
([1]Institute of Information and Computing Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, [2]Turan University, Almaty, Republic of Kazakhstan)
E-mail: b.kubekov@mail.ru

ONTOLOGICAL MODELING SEMANTIC CONTEXT KNOWLEDGE AREAS OF SOFTWARE ENGINEERING

Abstract. The article highlights the issues of modeling the ontology of supporting concepts of the semantic context of software engineering. The main problem, however, is seen in the relevance of displaying the semantic context of knowledge areas as a necessary and sufficient set of support concepts, and their modeling in the form of an ontology of support concepts. Using the SWEBOK knowledge area as an "IT project management" as an example, the methodology of ontological modeling and formalization of the knowledge content of the discipline in the field of software engineering is shown.

Keywords: software engineering, supporting concept, ontology, expression of knowledge

[1]Б.С.Кубеков, [1]А.К.Магаметова
([1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан, [2]Университет Туран, Алматы, Республика Казахстан)
E-mail: b.kubekov@mail.ru

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО КОНТЕКСТА ОБЛАСТЕЙ ЗНАНИЙ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Аннотация. В статье освещены вопросы моделирования онтологии опорных понятий семантического контекста программной инженерии. Основная проблема, при этом, видится в релевантности отображения семантического контекста областей знаний необходимым и достаточным набором опорных понятий, и их моделированием в виде онтологии опорных понятий. На примере области знаний SWEBOK - «Управление IT-проектом», показана методика применения онтологического моделирования и формализации знаниевого контента дисциплины по направлению программная инженерия.

Ключевые слова: программная инженерия, опорное понятие, онтология, выражение знания

Программная инженерия (*Software Engineering*) является отраслью информатики, которая изучает вопросы построения компьютерных программ, отражает закономерности развития программирования, обобщает опыт программирования в виде комплекса знаний (ядро знаний - *SWEBOK – Software Engineering Body of Knowledge*) и правил регламентации инженерной деятельности разработчиков ПО [1-4,6].

Программная инженерия охватывает все аспекты создания ПО, начиная от формирования требований до создания, сопровождения и снятия с эксплуатации ПО, а также включает инженерные методы оценки трудозатрат, стоимости, производительности и качества [1-3,6,7].

Ведущие университеты мира разрабатывают для своих студентов курсы по программной инженерии, которые дополняют существующие программы по информатике и компьютерной инженерии [2-4,6]. Чтобы сформулировать принципы составления эффективного учебного плана, IEEE Computer Society и ACM разработали в рамках более масштабного проекта Computing Curriculum набор рекомендаций Software Engineering 2004 (SE2004) [4-6].

SE2004 - один из нескольких документов, совместно подготовленных IEEE и ACM для вычислительных дисциплин, к которым помимо программной инженерии также относятся информатика, компьютерная инженерия, информационные системы и информационные технологии. SE2004 детально описывает знания (Software Engineering Education Knowledge, SEEK), которые в процессе обучения должны дать университеты и колледжи в рамках курса по программной инженерии [2,3,6].

В версии (2004г.) SWEBOK делит знания по программной инженерии на области знаний (*Knowledge Areas*):

1. Software Requirements - требования к ПО.
2. Software Design - проектирование ПО.

3. Software Construction - конструирование ПО.
4. Software Testing - тестирование ПО.
5. Software Maintenance - сопровождение ПО.
6. Software Configuration Management - управление конфигурацией.
7. Software Engineering Management - управление IT проектом.
8. Software Engineering Process - процесс программной инженерии.
9. Software Engineering Models and Methods - модели и методы разработки.
10. Software Engineering Professional Practice - критерии профессионализма и компетентности.
11. Software Quality - качество ПО.
12. Software Engineering Economics - экономические аспекты разработки ПО.
13. Computing Foundations - основы вычислительных технологий, применимых в разработке ПО.
14. Mathematical Foundations - базовые математические концепции и понятия, применимые в разработке ПО.
15. Engineering Foundations - основы инженерной деятельности.

Следует отметить, что SWEBOK, в отличие от SEEK, предусматривает более глубокие знания, поскольку предполагает знания специалиста по программной инженерии, проработавшего несколько лет, в то время, как SEEK – знания, которые необходимо преподавать студентам. С другой стороны, SEEK предусматривает более широкий диапазон тем, которые в SWEBOK сознательно оставлены вне поля зрения, для того чтобы сосредоточиться на основах программной инженерии [2,6].

Несмотря на отмеченную разницу в толковании и применении областей знаний, в наших исследованиях предусмотрены концепции и механизмы, позволяющие единообразно отображать знания, формировать модели знаний [8,9].

В статье излагаются формализмы организации и моделирование знаний семантического контекста областей знаний необходимым и достаточным набором опорных понятий, представлением опорных понятий онтологиями из идентифицирующих и конкретизирующих понятий областей знаний, и спецификацией онтологии опорных понятий в формате выражений знаний. [10,15]

Для описания знаний, в наших исследованиях, используется онтологический инжиниринг, в котором семантический контекст областей знаний SWEBOK представляется онтологиями опорных понятий, на базе которых формируются многократно используемые знаниевые компоненты, применяемые далее для конструирования знаниевого контента дисциплин образовательной программы и траекторий обучения [11-14].

Опорное понятие - базовая абстракция семантического контекста образовательной области, отображающая семантическую общность и характерные индивидуальные свойства понятий данной области.

Идентифицирующие понятия – понятия онтологии, с помощью которых определяются семантические и отличительные свойства опорного понятия [11-14].

Конкретизирующее понятие – понятия онтологии, которые в контексте своего идентифицирующего понятия, конфигурируют опорное понятие с помощью типичных, либо всевозможных сочетаний дочерних понятий, обладающих ясным и недвусмысленным описанием семантических и отличительных свойств опорного понятия онтологии.

Выражение знания - спецификация онтологии опорного понятия последовательностью из идентифицирующих и конкретизирующих понятий, с определенными над понятиями отношениями «композиция», «агрегация» и «альтернативный выбор». Выражение знания имплицирует истинность заключения об опорном понятии, то есть, если *«посылка* – выражение знания» верно, то это же верно и для «*заключение* – опорное понятие» [11-14].

Спецификация онтологии опорного понятия представляется в виде следующего выражения знания:

$$C_i <=*C_{i.1}*C_{i.2}\,(*C_1{\sim}+C_2)\,*C_{i.3}+C_{i.4};$$

Пример онтологического инжиниринга области знания Software Engineering Management—управление IT проектом (Software Engineering Management) (управление инженерией ПО).

Семантический контекст данной области знаний был представлен следующими шестью опорными понятиями:

Опорное понятие C_1 - **Организация управления IT-проектом (Organization of IT project management)** – процесс инициирования и управления проекта представляет набор действий (работ), которые координируются с политикой, стандартами, целями, заведенными в организации.

*$C_{1.1}$ – Определение и обсуждение требований. Данное идентифицирующее понятие является семантическим контекстом второго уровня онтологии, включающего следующие конкретизирующие понятия: *C_1 - Методы определения и извлечения; *C_2 – Моделирование сценариев use case; *C_3 – Специфицирование требований.

*$C_{1.2}$ – Анализ осуществимости. Данное идентифицирующее понятие является семантическим контекстом второго уровня онтологии, включающего следующие конкретизирующие понятия: *C_1 - Оценка трудозатрат, *C_2 - Конструктивная модель стоимости, *C_3 - Функционально – ориентированные метрики.

*$C_{1.3}$ – Процесс оценки и пересмотра требований.

Выражением знания опорного понятия «**Организация управления IT-проектом** является:

$$C_1<=*C_{1.1}(*C_1*C_2*C_3)\ *C_{1.2}(*C_1*C_2*C_3)\ *C_{1.3};$$

Опорное понятие C_2 **– Планирование программного проекта (Software project planning)** – представляет собой итеративный процесс, базирующий на требованиях, оценке и содержании.

*$C_{2.1}$ – Планирование процесса. Данное идентифицирующее понятие является семантическим контекстом второго уровня онтологии, включающего следующие конкретизирующие понятия: *C_1- Организация и обязанности; *C_2 -Ресурсы и расписание; *C_3 - Выбор инструментов и реализация; +C_4 - Контроль поставщиков/подрядчиков; *C_5 - Контроль интерфейсов.

*$C_{2.2}$ – Определение результатов

*$C_{2.3}$ – Оценка усилий, расписания и стоимостных ожиданий

*$C_{2.4}$ – Распределение ресурсов

*$C_{2.5}$ – Управление рисками

*$C_{2.6}$ – Управление качеством

*$C_{2.7}$ – Управление планом проекта

Выражением знания опорного понятия «**Планирование программного проекта**» является:

$$C_2<=*C_{2.1}(*C_1*C_2*C_3+C_4*C_5)\ *C_{2.2}*C_{2.3}*C_{2.4}*C_{2.5}*C_{2.6}*C_{2.7};$$

Опорное понятие C_3 **– Реализация программного проекта (Software project enactment)** – включает распространенные действия (работы) при выполнении инженерных работ.

*$C_{3.1}$ – Реализация плана проекта

*$C_{3.2}$ – Управление контрактами с поставщиками

*$C_{3.3}$ – Реализация процесса измерений

*$C_{3.4}$ – Процесс мониторинга

*$C_{3.5}$ – Процесс контроля.

*$C_{3.6}$ -Метрики и процесс количественной оценки

*$C_{3.7}$ – Ведение отчетности

Выражением знания опорного понятия «**Реализация программного проекта**» является:

$$C_3<=*C_{3.1} * C_{3.2} *C_{3.3}*C_{3.4}*C_{3.5}*C_{3.6}*C_{3.7};$$

Опорное понятие C_4 – **Эффективность процесса IT- проекта (Efficiency of the IT project process)** – данный процесс включается в себя проверку соответствию целям, требованиям, ограничениям.

*$C_{4.1}$ – Соответствие требованиям

*$C_{4.2}$ – Оценка продуктивности / результативности

Выражением знания опорного понятия «**Эффективность процесса IT- проекта»** является:

$$C_4<=*C_{4.1}*C_{4.2};$$

Опорное понятие C_5 – **Развертывание программного проекта (Software Project Deployment)** – процесс фиксирования результатов программного проекта после передачи полученного программного продукта в эксплуатацию.

*$C_{5.1}$ – Критерии закрытия проекта
*$C_{5.2}$ – Работы по закрытию
Выражением знания опорного понятия «**Развертывание программного проекта**» является:

$$C_5<=*C_{5.1}*C_{5.2};$$

Опорное понятие C_6 – **Инженерия стоимости (Software engineering measurement)** – процесс разработки и реализации программ по измерению (ведению количественной оценки) в организациях занимающихся инженерной деятельностью в области программного обеспечения.
*$C_{6.1}$ – Установление процесса измерений
*$C_{6.2}$ – Поддержка процесса измерений
*$C_{6.3}$ – Планирование процесса измерений
*$C_{6.4}$ – Выполнение процесса измерений
Выражением знания опорного понятия «**Инженерия стоимости**» является:

$$C_6<=*C_{6.1}*C_{6.2}*C_{6.3}*C_{6.4};$$

Онтологический инжиниринг, таким образом, заключается в отображении семантического контекста области знаний, в нашем примере – области знаний SWEBOK «Управление IT - проектом», необходимым и достаточным набором опорных понятий и моделированием опорных понятий в виде онтологии - структуры из идентифицирующих и конкретизирующих понятий данной области знания. В приведенном примере, корневыми вершинами онтологии являются опорные понятия, второй уровень - идентифицирующие понятия, и третий уровень (в круглых скобках) – конкретизирующие понятия онтологии опорного понятия.

Заключение

Таким образом, в статье предложена инновационная методика представления дисциплины «программная инженерия» используемая, в качестве базы в сфере IT, в виде онтологии опорных понятий. После выделения опорных понятий, можно будет сформировать компетенции для профилирующей дисциплины «Программная инженерия» специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение», связанной с управлением проектами.

Обучение, основанное на компетенциях, наиболее эффективно реализуется в форме модульных программ, которые касаются только профессиональной составляющей образовательной программы.

Модуль понимается как целостный набор подлежащих освоению умений, знаний, отношений и опыта (компетенций), описанных в форме требований плана CDIO Syllabus, которым должен соответствовать обучающийся по завершении обучения по модулю, и представляющий составную часть более общей функции. Модуль является значимым для сферы труда. Другими словами, это есть утверждение того, что для осуществления профессиональной деятельности, связанного с управлением проекта, и для дальнейшего обучения, студент должен определить, освоить и демонстрировать знания и умения, отраженные в шести опорных понятиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кубеков Б.С. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник. – Алматы: Университет «Туран», 2014. - 322с.

[2] Software Engineering 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series. IEEE CS and ACM, 2015. - 134 p

[3] Сергей Орлик, Ю. Булуя, Введение в программную инженерию и управление жизненным циклом ПО 2005. – 183с. // рус. пер. SWEBOK 2004 с замечаниями и комментариями [Электронный ресурс]. http://sorlik.blogspot.com (Дата обращения 25 сентября 2019)

[4] [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.computer.org/education/ (Дата обращения 5 октября 2019)

[5] [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://github.com/ligurio/swebok-ru (Дата обращения 15 октября 2019)

[6] Alain Abran, École de technologie supérieure James W. Moore, The MITRE Corp SWEBOK 2004, [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://itq.ch/pdf/Swebok_Ironman_June_23_%202004.pdf (Дата обращения 15 ноября 2019)

[7] Е.П. Зараменских Управление жизненным циклом информационных систем. Монография. Новосибирск, 2014. - 270 с.

[8] Кроули Е.Ф., Программа CDIO: Описание целей и задач бакалаврского инженерного образования, Доклад CDIO №1 изд. МИТ, 2001. [Электронный ресурс]. http://www.cdio.org (Дата обращения 17 ноября 2019)

[9] Crawley E.F., Brodeur D.R., Soderholm D.H. The education of future aeronautical engineers: Conceiving, designing, implementing and operating // Journal of Science Education and Technology. 2008, 17(2). P. 138-151

[10] Edstrom K., Kolmos A. PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development // European Journal of Engineering Education. 2014. Vol. 39(5). P.539-555.

[11] Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах, 2010 – 224 с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.rsdn.ru/article/philosophy/what-is-onto.xml: (Дата обращения 25 октября 2019)

[12] Kubekov B., Beyer, Ditmar, Utegenova A., Zhaksybaeva N. Innovative paradigm of education of knowledge - competency form based on ontology // Journal of theoretical and applied information technology 15th November - 2017. Vol.95. - №21, 2005-ongoing JATIT@LLS (E-ISSN 1817-3195 / ISSN 1992-8645). P. 5859-5868.

[13] Waldemar Wojcik, Bulat Kubekov, Vitaliy Naumenko, Sergazy Narynov, Shara Toibayeva, Anar Utegenova. Project-competency based approach and the ontological model of knowledge representation of the planned learning // INTL Journal of electronics and telecommunications – 2018. - vol.65 - №1. Doi: 10.2478 P. 75-80.

[14] Kubekov B., Bobrov L.K., Savelyeva E.A., Utegenova A., Naumenko V. Project-competent paradigm of knowledge representation of the three-level engineering education system //10-я Международная научно-практическая конференция по программной инженерии и компьютерным системам / секция «Ontology Models and Semantic Web», MICSECS 2018, CEUR Workshop Proceedings, Volume 2344, 2019.

[15] Кубеков Б.С. Организация и представление знаний планируемого обучения на основе онтологии. Монография. ИИВТ МОН РК. Алматы, 2019 - 333 с.

Кубеков Б.С., Магаметова А.К.

Бағдарламалық инженерлік білімдерінің білім саласының семантикалық контектін отнологиялық мәліметтеу

Түйіндеме. Мақалада бағдарламалық жасақтаманың семантикалық контекстіндегі тірек ұғымдарының онтологиясын модельдеу мәселелері баяндалған. Негізгі проблема, білім салаларының семантикалық контекстін қолдау тұжырымдамаларының қажетті және жеткілікті жиынтығы ретінде көрсету және оларды қолдау тұжырымдамаларының онтологиясы түрінде модельдеудің өзектілігінде көрінеді. Мысал ретінде SWEBOK білім аймағын «IT жобаларды басқару» ретінде қолдана отырып, бағдарламалық қамтамасыздандыру саласындағы пәннің білім мазмұнын онтологиялық модельдеу және формализациялау әдістемесі көрсетілген.

Түйін сөздер. бағдарламалық жасақтама, тірек ұғым, онтология, білімді білдіру

A. Tolegenova , L. Soboleva, N. Smailov, T. Amantayev
(Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
S.Seifullin Kazakh AgroTechnical university, Nursultan, Republic of Kazakhstan)
e-mail: arai82@bk.ru , Nur_aly.kz@mail.ru

STRUCTURE OF THE IOT "SMART AGRO" PLATFORM»

Annotation. This article examines and presents the main technological problems of the agro-industrial sector. The structure of The IOT "Smart Agro" platform construction is presented»

Keywords: IOT platform, " Smart Agro»

А.С. Толегенова, Л.А Соболева, Н.К. Смайлов, Т.Б. Амантаев
(Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан,
КазАТУ им. С.Сейфуллина, г. Нурсултан, Республика Казахстан)
e-mail: arai82@bk.ru , Nur_aly.kz@mail.ru

СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЯ ПЛАТФОРМЫ IOT «SMART AGRO»

Аннотация. В статье изучены и представлены основные технологические проблемы агропромышленной отрасли. Представлена структура построения платформы IoT «Smart Agro»

Ключевые слова. платформа IoT, «Smart Agro»

Введение

Широкое распространение интернета за последние два десятилетия принесло бесчисленные преимущества для людей и организаций по всему миру. Возможно, самым важным преимуществом была способность потреблять и производить данные и услуги в режиме реального времени.

Агропромышленнаясфера является идеальным кандидатом для развертывания решений IoT, поскольку онаиспользует обширныерайоны, которым нужно непрерывно контролировать. Под IoT технологиями понимаются, недорогие электронные устройства которые могут улучшить взаимодействие человека с физическим миром и вычислительной силой и программным обеспечение.[1]

Для применения IoT технологий в агропромышленности, были выделены основные области технологических решений, исследования были сгруппированы в четыре технологическихответвлений, соответствующие: (1) мониторингу, (2) контролю, (3) прогнозированию и (4) логистике. Результаты показаны на рис. 1.

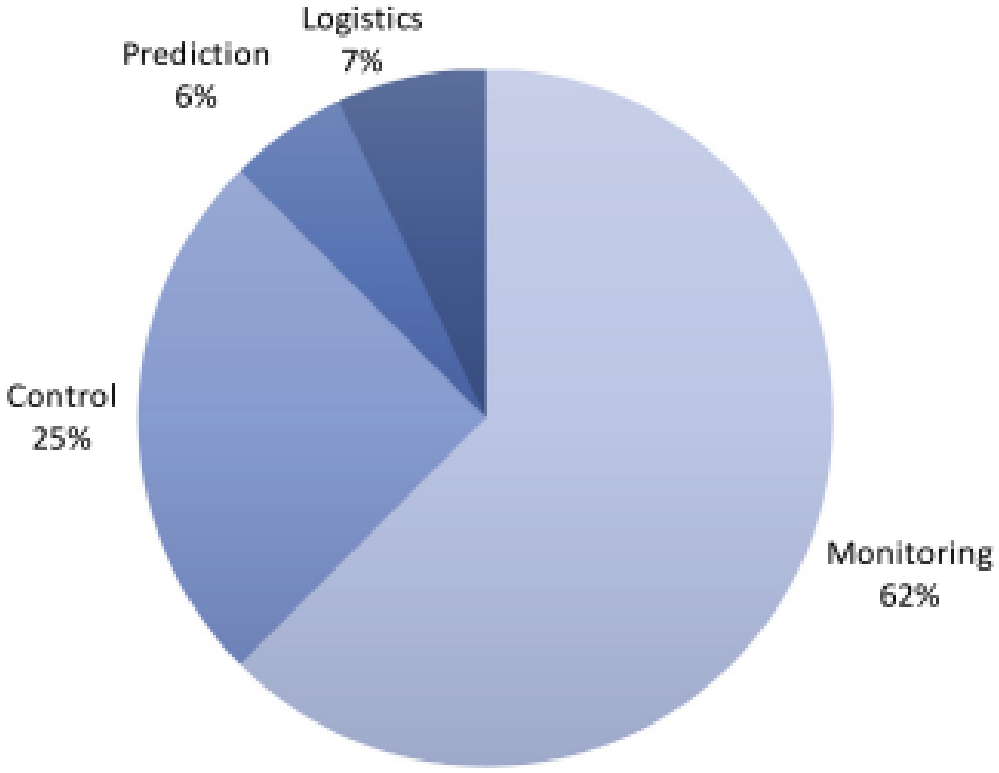


Рис. 1. Области исследования

Во время этого исследования обнаружено, что большая часть исследований по-прежнему сосредоточена на мониторингезаявки (62%); однако растет интерес к другим ответвлениям, это контроль (25%), и есть некоторые предварительные решения в области логистики и прогнозирования (13%).[2]

По данным исследования было выбрано направление в объединение нескольких ответвлениях одновременнопри разработки платформы.В настоящее время существующие IoT платформы производят обработку, хранение и визуализацию данных в облачной инфраструктуре. Данная платформа позволит производить сбор, хранение, обработку и визуализацию данных в RaspberryPi 3, мощность данной платформы позволит обрабатывать информацию от несколько сотен датчиков. В случае обрыва сети с удаленным пользователем, данные можно будет просматривать непосредственно на платформе, что позволит избежать проблем в агропромышленной отрасли.

При разработке платформыбыла выбрана структура построения показанная на рисунке 2.

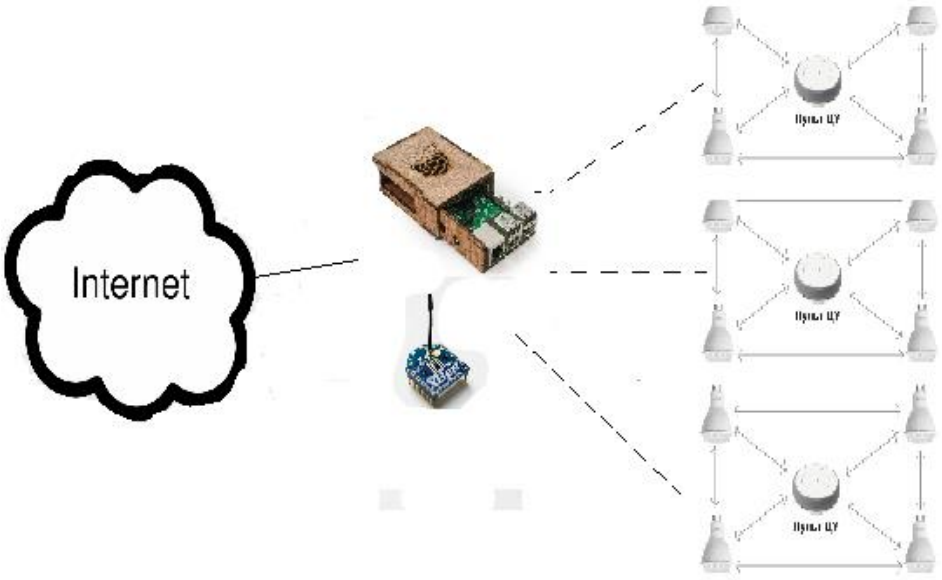


Рис. 2. Принцип построения платформы IoT «Smart Agro»

Данные с датчиков поступаю на модуль ZigBee. Количество датчиков в данной сети при построение IoT платформы на базе ZigBee резко увеличивается за счет малой скорости передачи. Это является большим плюсом, так как данные от датчиков занимают малые объёмы памяти. Передача данных с датчиков на модуль ZigBee представлена на рисунке 3.

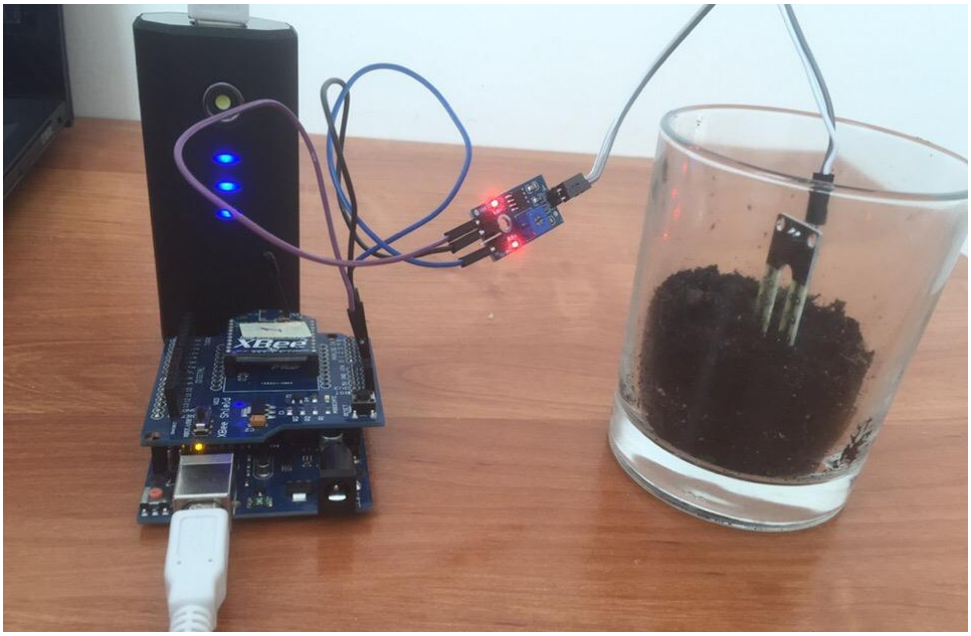


Рис. 3. Передача данных с датчиков на модуль ZigBee.

Данные с датчиков поступают на ArduinoUno, где данные преобразуются в процентный эквивалент, после чего с помощью xbee shield, служащего мостом между ArduinoUno и модулем ZigBee, передают данные через IEEE 802.15.4 на другой модулем ZigBee подключенного к RaspberryPi 3. Модуль ZigBee установленный на стороне датчиков может быть подключен к переносному источнику питания. Радиус передачи данных между модулями ZigBee в помещений составляет до 40 м, а передача данных в свободном пространстве до 120 м.

На рисунке 4 и 5 представлена схема подключения модулей ZigBee и прием пакетов в программе XCTU

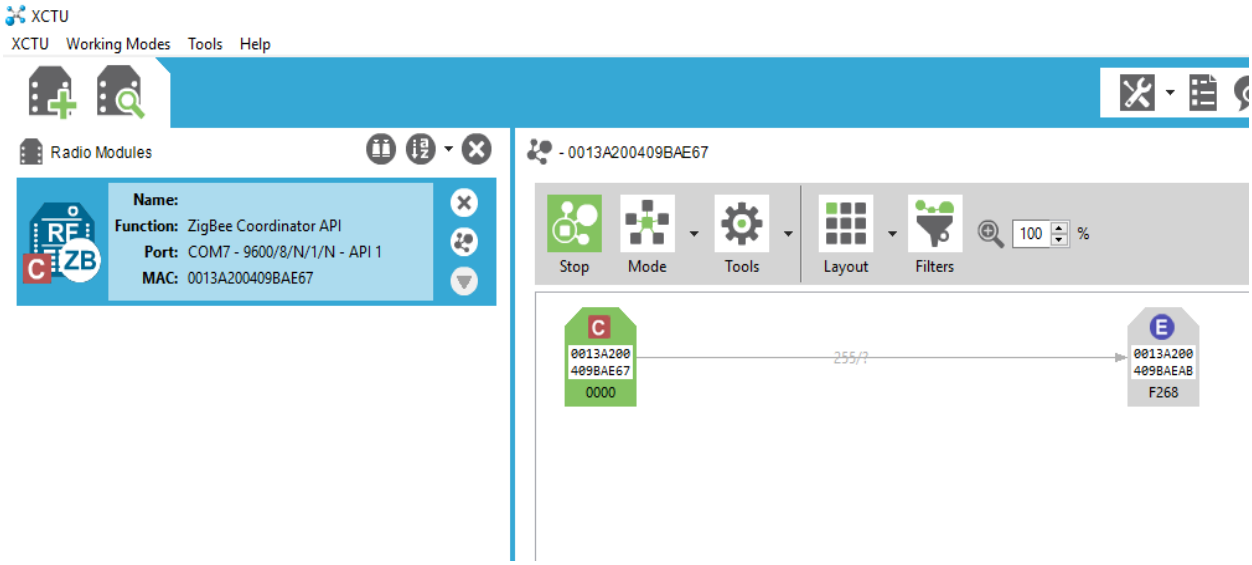


Рис.4. Схема подключения модулей ZigBee

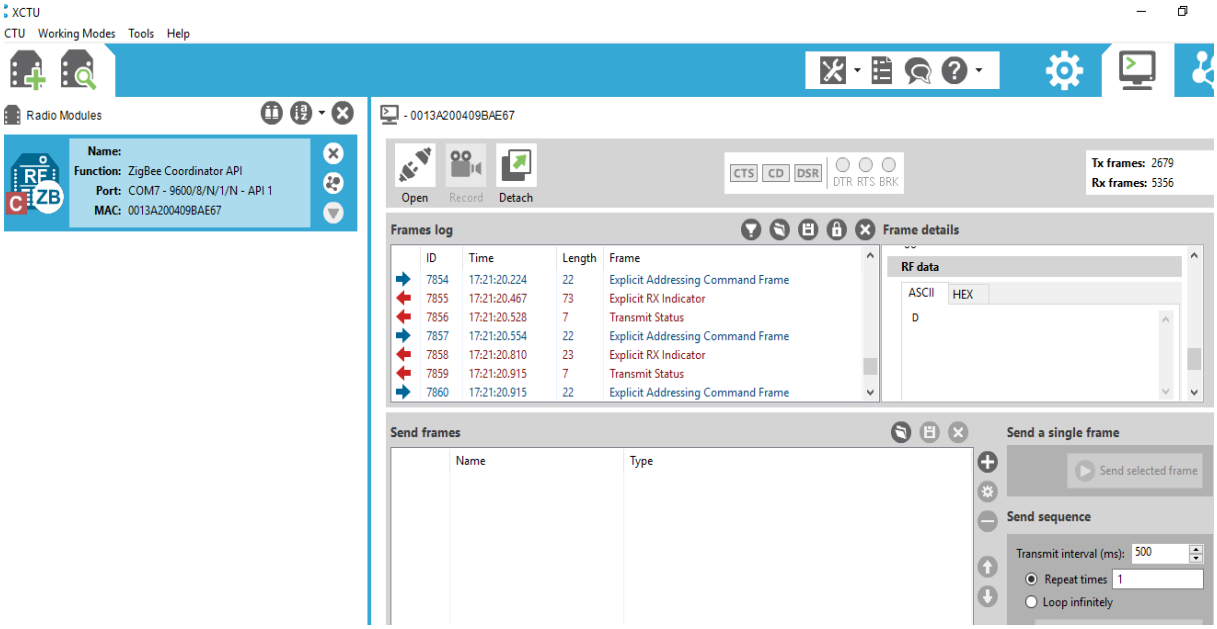


Рис. 5. Прием пакетов в программе XCTU

Данные в ArduinoUno принимаются в десятичной системе счисления, перед передачей модулем ZigBee, они преобразуются в шестнадцатеричную систему счисления. В таблице 1 приведены примеры приема данных.

Таблица 1. **Прием данных датчика**

Модуль ZigBee установленный на стороне приемника, принимает информацию и передает в RaspberryPi 3. На рисунке 6 представлен модуль ZigBee.

Десятичной системе счисления	Шестнадцатеричную систему счисления	Описание
0	0	Влажность почвы 0%
30	1e	Влажность почвы 30%
50	32	Влажность почвы 50%
100	64	Влажность почвы 100%

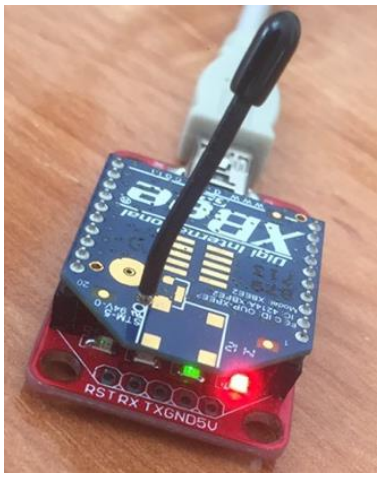


Рис. 6. Модуль ZigBee приемной стороны

После получения данных от модуля, RaspberryPi 3 производит сбор, хранение, обработка информаций. Для передачи данных пользователю производится сбор данных в общий канал, где данные передаются к пользователю через текстовый формат обмена данных Json. [3]

На рисунке 7 представлена RaspberryPi 3.



Рис. 7. RaspberryPi 3

Так же данную платформу можно запрограммировать на отправление данных через определенный интервал, при изменение значений или по запросу пользователя.[4]

Выводы: IoT платформа для агропромышленного хозяйства способна производитьсбор, хранение и обработку данных в одном месте в реальном времени и передачи их пользователю.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сэмюэл Грингард. Интернет вещей. Будущее уже здесь -**Альпина Паблишер**, 2017.

[2] sciencedirect. Дата обращения: 20.11.18// https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169917304155

[3] Умный дом Xiaomi. Дата обращения: 28.11.18// https://xiaomi-smarthome. Ru/zigbee/

[4] wikipedia. Дата обращения: 28.11.18https://ru.wikipedia.org/wiki/JSON

Толегенова А.С., Соболева Л.А, Смайлов Н.К., Амантаев Т.Б.

SMART AGRO " IOT платформасын құру құрылымы»

Түйіндеме. Бұл мақалада агроөнеркәсіптік саланың негізгі технологиялық проблемалары зерттелген және ұсынылған. IoT "Smart Agro" платформасын құру құрылымы ұсынылған»

Түйін сөздер: IoT платформасы, «Smart Agro».

УДК. 004.82

Bobrov L. K., Utepbergenov I. T., [2]Sagyndykova M. S., Nadraliev A.G.
([1]Novosibirsk state university of economics and management, «NINX», Novosibirsk , Russia. [1]Institute of information and communication technologies KN MON RK, Almaty, Kazakhstan.)

INFORMATION RESOURCES FOR INNOVATIVE ACTIVITY IN ENGINEERING EDUCATION

Abstract: The relevance of the formation of information resources for innovation and their use in engineering education is shown. A brief description of the project to create a system of information support for innovation in the Republic of Kazakhstan is given. The requirements to the meta-information database containing descriptions of information resources are formulated. A metadata format has been developed based on the Dublin Core, which defines the composition and semantics of data elements. To search for information resources, the use of a production model is proposed.

Key words: innovative economy, information support, meta-information, metadata formats.

Л. К. Бобров, И. Т. Утепбергенов,
М. С. Сагындыкова, А. Г. Надралиев
([1]Новосібір мемлекеттік экономика және басқару университеті "НИНХ", Новосибирск Ресей.
[1] ҚР БҒМ ҒК ақпараттық және есептеу технологиялары институты, Алматы, Қазақстан)

ИНЖИНЕРЛІК БІЛІМ БЕРУДЕ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТКЕ АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАР

Түйіндеме. Инновациялық қызмет және оларды инженерлік білім беруде пайдалану үшін ақпараттық ресурстарды қалыптастырудың өзектілігі көрсетілді. Қазақстан Республикасында инновацияларды ақпараттық қолдау жүйесін құру жобасының қысқаша сипаттамасы берілді. Ақпараттық ресурстардың сипаттамасы бар метаақпараттар базасына қойылатын талаптар қалыптастырылған. Метадеректер форматы әзірленді, оның негізіне деректер элементтерінің құрамы мен семантикасын анықтайтын Дублин ядросы қабылданды. Ақпараттық ресурстарды іздеу үшін өнім моделін пайдалану ұсынылды.

Түйінді сөздер: инновациялық экономика, ақпараттық қамтамасыз ету, метаинформация, метадеректер форматтары.

Қазіргі заманғы инженерлік білім инновациялық қызметсіз ойға қонымды емес. Техникалық жоғары оқу орындарының студенттері оқу процесі шеңберінде игерілетін пәндерді оқу кезінде инновация саласында кейбір дағдыларды алады, бірақ оларда пайда болатын ақпараттық қажеттіліктер мен пайдаланылатын ақпараттық ресурстар, бірінші кезекте, көбінесе нақты пәндермен байланысты. Осыған байланысты инновациялық қызмет үшін тиісті ақпараттық ресурстарды және оларды инженерлік білім беруде пайдалану мүмкіндіктерін қалыптастыру өзекті болып табылады.

Сыртқы ақпараттық ресурстар мен оларды пайдалану технологиялары инновациялардың базалық инфрақұрылымын қалыптастыруда шешуші рөл атқарады, өйткені оларды сауатты пайдалану инноваторларға әлемдегі қазіргі қолданылып жүрген істерге толық сүйене отырып, кәсіби міндеттерді шешуге шоғырлануға мүмкіндік береді [1-5].

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің ақпараттық және есептеу технологиялар институты (ҚР БҒМ) инновациялардың өмірлік циклінің әрбір кезеңдерінің ерекшелігін ескере отырып, инновациялық қызметті ақпараттық қолдаудың Республикалық жүйесін құруға арналған жобаны орындайды. Жүйе инновациялық қызметті тиімді ақпараттық қолдау мақсатында әлемдік ақпараттық кеңістіктегі инновациялық ұйымдар мен инноваторларды жағдайлық бағдарлауға арналған [6-8].

Қазақстан Республикасының инновациялық экономикасын ақпараттық қолдау жүйесін құру негізіне жұмыста егжей-тегжейлі сипатталған мынадай негізгі принциптер алынған [9]: инновацияларды қолдаудың ақпараттық инфрақұрылымын құру процесінің әдіснамалық негізі ретінде жүйелік тәсілді үстем ету қағидаты; инновациялық кәсіпорындар мен кластерлердің нақты ақпараттық қажеттіліктеріне бағдарлау қағидаты; инновациялардың өмірлік циклінің жекелеген сатыларының ерекшелігін есепке алу қағидаты; енгізілген тәжірибе қағидаты; инновациялық технологиялар мен технологияларды енгізу; талап етілетін нәтижені алу үшін неғұрлым қарапайым және үнемді модельдер мен әдістер; тиімділік принципі; ақпаратты бір рет өңдеу және оны бірнеше рет пайдалану

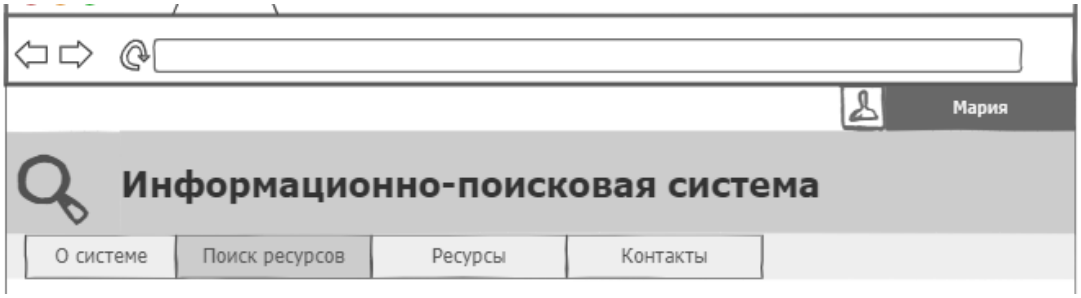
принципі; әріптестік принципі; сыртқы ортаға назар аудару принципі; модельдеу принципі; жүйені үздіксіз дамыту принципі; бастапқы және қайталама ақпарат көздерін үйлестіру принципі; стандарттау (біріздендіру) принципі.

Жүйе практикалық жағдайды (проблемалар, міндеттер) сипаттау, инновацияның өмірлік циклінің көрсетілген сатысын, ақпараттық ресурстардың тақырыптық жіктегішін, сондай-ақ талап етілетін іздестіру өрістерін көрсете отырып, түйінді сөздер терминдеріндегі ерікті сұрау бойынша релевантты ақпараттық ресурстарды іздестіруді қамтамасыз етуі тиіс [10, 11]. Бұл мақсат үшін ақпараттық ресурстардың сипаттамасынан тұратын метаақпараттың базасы құрылады.

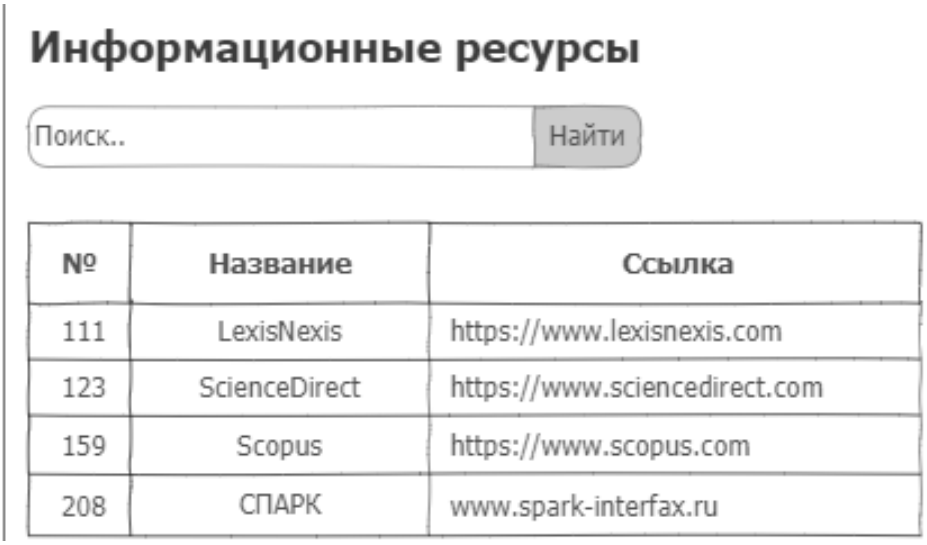
Мазмұндық жоспарда бұл база инновациялардың өмірлік циклінің қандай сатысы үшін және осы ресурсты қандай практикалық жағдайда пайдалану орынды екенін бағалауға мүмкіндік беретін әрбір ақпараттық ресурс туралы пайдаланушыға толық мәліметтер беру мүмкіндігін көздеуі тиіс.

Осы талаптарға сәйкес инновациялық өмірлік циклдің әр кезеңінің ерекшеліктерін ескере отырып, инновациялық қызметті қолдаудың ақпараттық жүйесінің нұсқасы жасалды.

Жүйелік қолданушы, инновациялық кәсіпорынның қызметкері, жүйе туралы ақпаратқа, әзірлеушілер мен қолдау қызметтерінің байланыстарына, сонымен қатар ақпараттық ресурстарды іздеуге және барлық ақпараттық ресурстардың тізіміне қол жеткізе алады (1-сурет). «Ресурстар» бөлімінде жүйеде ақпарат бар барлық ресурстардың тізімі берілген (2-сурет).



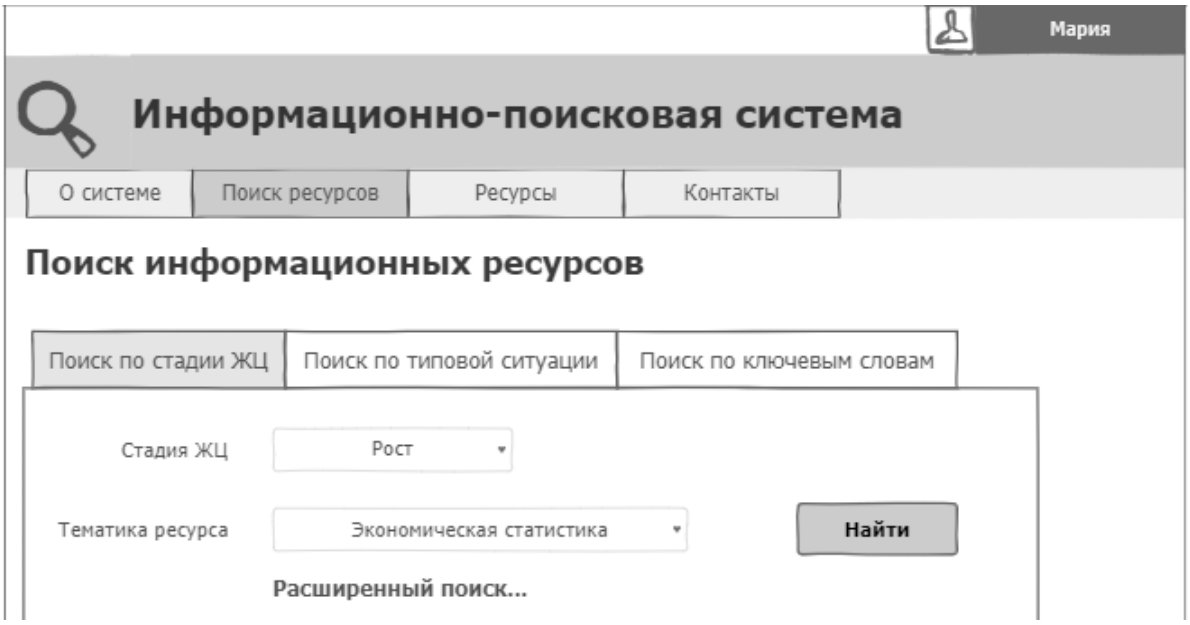
1 сурет. Инновациялық кәсіпорынның қызметкеріне қол жетімді бөлімдер



2 сурет. «Ресурстар» бөлімі

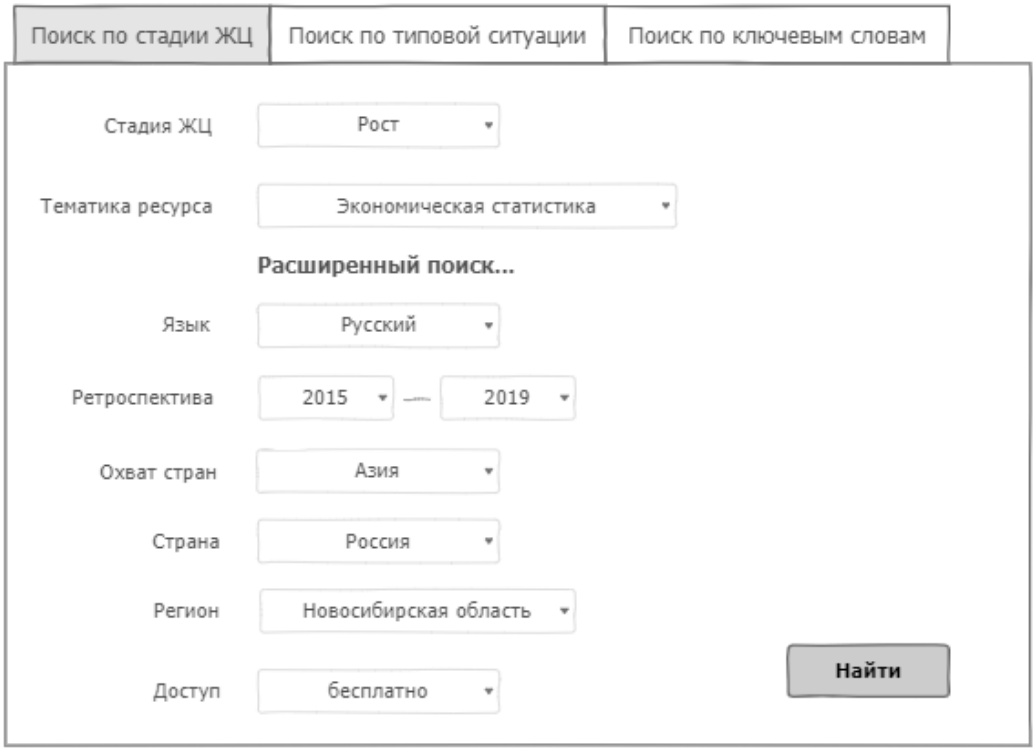
Іздеу жолағында белгілі бір ресурсты аты бойынша таба аласыз. Таңдалған ресурстың ресми сайтына сілтеме бойынша өтуге болады, ақпараттық ресурстарды тиісті жолақтардан үш әдіспен іздеуге болады: «LC кезеңі бойынша іздеу», «Әдеттегі жағдай бойынша іздеу», «Кілт сөздер бойынша іздеу».

Қарапайым іздеу үшін «LC сатысы бойынша іздеу» қойындысында LC сатысы мен ресурстың тақырыбын таңдау керек (3-сурет).



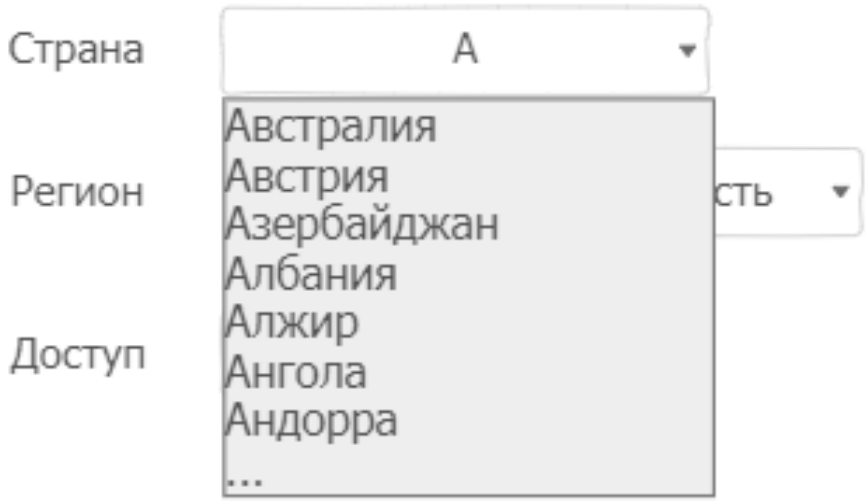
3 сурет. LC сатысы бойынша іздеу

Қосымша іздеу үшін «Кеңейтілген іздеу» түймесін басып, тізімнен қажетті параметрлерді таңдаңыз (4-сурет).



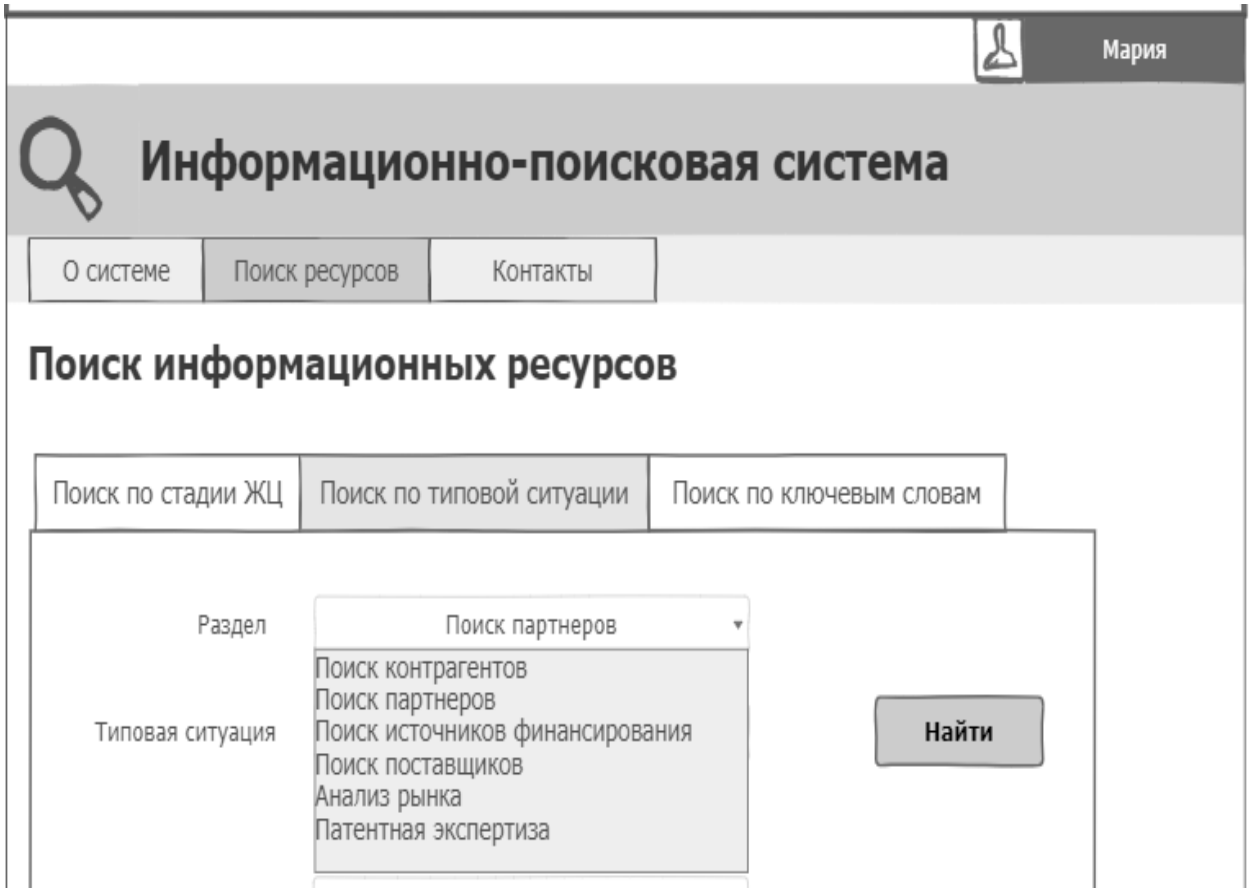
4 сурет. LC сатысы бойынша тереңдетілген іздеу

«Табу» түймесін басқан кезде, сұрау нәтижелері парағы ашылады (5-сурет). Өріс параметрлерін таңдаған кезде қолмен енгізу қол жетімді, нәтижесінде тізімнен опциялар ұсынылады. 5-суретте елді таңдау мысалы келтірілген.



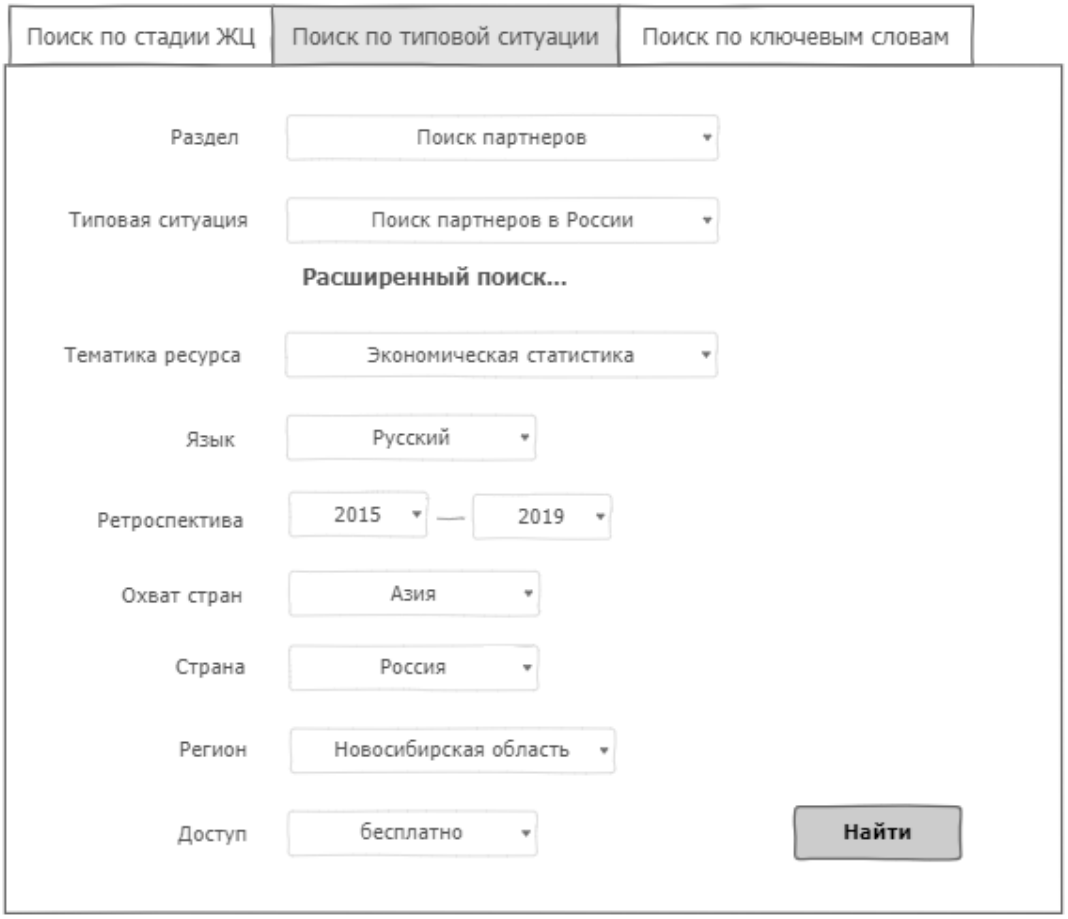
5 сурет. Іздеу параметрін таңдауға мысал

«Типтік жағдай бойынша іздеу» қосымша бетін қарапайым іздеу үшін тізімнен бөлім мен типтік жағдайды таңдау керек (6-сурет).



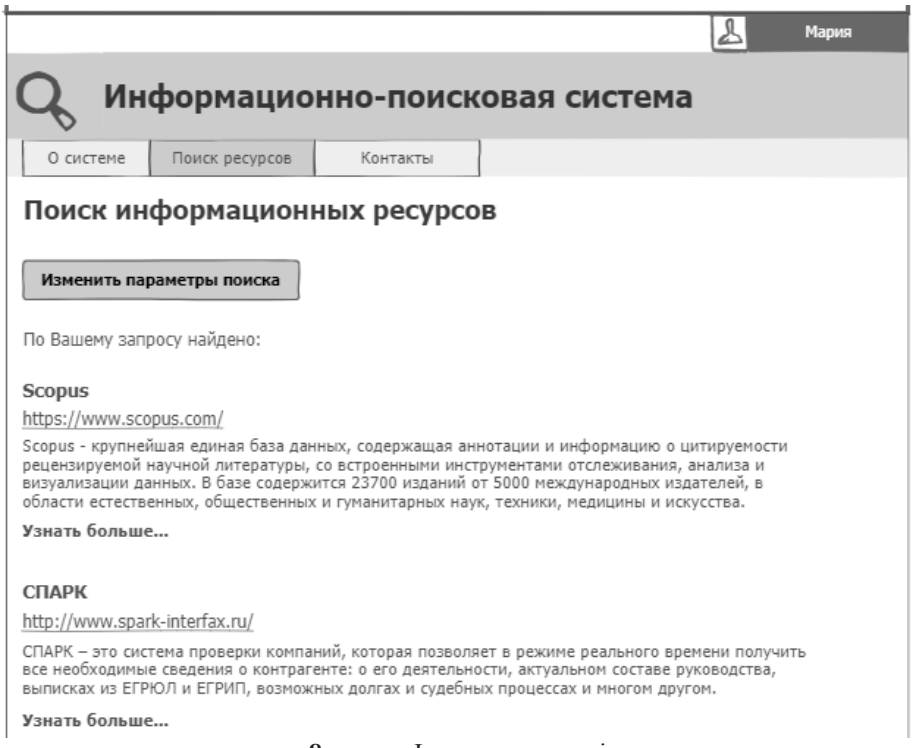
6 сурет. Типтік жағдай бойынша іздеу.

Қосымша іздеу үшін «Кеңейтілген іздеу» түймесін басып, тізімнен қажетті параметрлерді таңдаңыз (7-сурет).



7 сурет. Әдеттегі жағдай бойынша кеңейтілген іздеу.

«Табу» батырмасы басылған кезде, сұрау нәтижелері парағы ашылады (8-сурет).



8 сурет. Іздеу нәтижелері

Іздеу нәтижелері қолданушы таңдаған параметрлерге сәйкес келетін ресурстар тізімі, қысқаша сипаттамасы және сілтемесі түрінде ұсынылған (8 сурет). Сілтемені басу арқылы пайдаланушы таңдалған ақпараттық ресурстың ресми сайтына өтеді. Егер қолданушы іздеу нәтижелеріне қанағаттанбаса, ол параметрлерді өзгерте алады. «Іздеу параметрлерін өзгерту» батырмасы іздеу параметрлерін таңдау үшін бетке оралады

Сипатталған ақпараттық жүйеде метадеректер форматын әзірлеу кезінде деректер элементтерінің құрамы мен семантикасын анықтайтын Дублиндік ядро (ГОСТ Р 7.0.10-2010) негізге алынды [12, 15]. Айта кету керек, әзірленген кеңейтілген жинағы метадеректерді Дублин ядро көздейді пайдалану мүмкіндігі 35 квалификаторов (подполей) [3].

Пайдаланушының практикалық жағдайына жауап беретін ресурстарды іздеу режимдерінің бірі классификаторлар жүйесі арқылы іздеу болып табылады, мысалы, өмірлік циклдің сатысы, талап етілетін тақырып, шешілетін міндет және т. б. көрсетіледі.:

1) if (A=TRUE) THEN B (детерминирленген ядросы бар өнім);

2) IF (A=TRUE) THEN with a lot of confidence b (детерминацияланбаған ядросы бар өнім),

мұнда А-түрінің логикалық өрнегі <шарт 1>& < шарт 2>&...&<шарт n>,

В-ұсынылатын ақпараттық ресурстардың тізімі.

Жұмыс ҚР БҒМ грантымен қолдау тапты (№AP05134019 жобасы "инновациялардың өмірлік циклінің әрбір кезеңдерінің өзіндік ерекшеліктерін ескере отырып, инновациялық қызметті ақпараттық қамтамасыз етудің бөлінген жүйесін құрудың ғылыми-әдістемелік негіздері мен қолданбалы аспектілерін әзірлеу").

Тұжырымдар. Инженерлік білім беруде инновациялық қызмет үшін ақпараттық қажеттіліктерді талдау инновациялық қызмет үшін тиісті ақпараттық ресурстарды қалыптастыру және оларды инженерлік білім беруде пайдалану мүмкіндіктері өзекті екендігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік берді.

Ақпараттық ресурстарды сипаттайтын метадеректер форматын әзірлеу кезінде метадеректердің кеңейтілген жинағы 33 квалификаторды (астын) пайдалану мүмкіндігін көздейтін Дублиндік ядроны негізге алған жөн.

Білім берудің өнімдік моделін пайдалану Пайдаланушының нақты практикалық жағдайына жауап беретін релевантты ақпараттық ресурстарды іздеу процесін айтарлықтай жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Авторлар ұсынатын метадеректер құрылымы бар әлемдік ақпараттық кеңістікте инновациялық ұйымдарды жағдайлық бағдарлауға арналған мамандандырылған ақпараттық-іздестіру жүйесін пайдалануға енгізу инновациялармен жұмыс істейтін кәсіпорындар, - жеткізушілер мен тапсырыс берушілер арасындағы өзара іс-қимылды қамтамасыз етуге мүмкіндік беріп қана қоймай, сонымен қатар Қазақстан Республикасындағы инновациялық қызметтің тиімділігін арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Бобров, Л. К. О компетенциях менеджера бизнес-информации / Л. К. Бобров, И. П. Медянкина, А. Л. Осипов, П. М. Пашков, З В. Родионова // Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы. – 2016. – № 5. – С. 5-14.

[2] Карпова, А.С. О роли информационного обеспечения в инновационном развитии региона / А.С. Карпова, Л. К. Бобров // Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства: сб. статей всероссийской научно-практической конф. с международным участием (14 - 17 ноября 2017 г., Новосибирский государственный технический университет). – Новосибирск, 2017. – С. 181-186.

[3] Бобров Л.К., Медянкина И.П., Родионова З.В., Виншу Л.Д., Утепбергенов И. Т. Знаниевый подход к созданию системы информационной поддержки инновационной деятельности. Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2019) : сборник научных трудов XXII Международной научной конференции. 25–26 апреля 2019 г. / под науч. ред. Ю. Ф. Тельнова : в 3 т. – Москва : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2019. с. 6-16.

[4] Бобров Л.К., Өтепбергенов И.Т., Сағындықова М.С. Магистранттар мен phd докоранттарды инновациялық қызметке ақпараттық дайындау // «Инновационно-предпринимательское образование в контексте повышения качества жизни» Матер. междунар. научн.-практич. конф. – Алматы, 2019. – Т.2. - С. 169-172.

[5] Бобров Л.К., Өтепбергенов И.Т., Сағындықова М.С. Қазақстан республикасындағы инновациялық қызметті ақпаратпен қолдау тұжырымдамасы туралы //«Инновационно-предпринимательское образование в

контексте повышения качества жизни» Матер. междунар. научн.-практич. конф. – Алматы, 2019. – Т.2. - С. 173-177

[6] Бобров Л.К., Медянкина И.П., Родионова З.В., Тойбаева Ш.Д. О концепции создания системы информационной поддержки инновационной деятельности в Республике Казахстан // «Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства» II всерос. науч.-практ. конф – Новосибирск, 2018. – С. 323-331.

[7] Bobrov L.K., Medyankina I.P. Mathematical model of data processing system for information support of innovative cluster works. Communications in Computer and Information Science // 9th International Conference, CITech 2018, Ust-Kamenogorsk, 2018

[8] Utepbergenov I.T., Baizyldayeva U.B., Buranbaeva A.I., Toibayeva Sh.D. The statistical research of problems of information support for innovative activity of enterprises in Kazakhstan // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. - 2019. - № 2(97), - P. 628-632.

[9] Utepbergenov, I. Principles of creation of information support system for innovative economy in the Republic Kazakhstan / Irbulat Utepbergenov, Leonid Bobrov, Irina Medyankina // Economic and Social Development: materials digest of the 28th International Scientific Conference on Economic and Social Development (19-20 April 2018, Paris, France). – P. 271-276.

[10] Utepbergenov, I. About the Concept of Information Support System for Innovative Economy in the Republic of Kazakhstan / I. Utepbergenov, L. Bobrov, I. Medyankina, Z. Rodionova, S. Toibaeva // ICIT 2019: Recent Research in Control Engineering and Decision Making. Conference proceedings ICIT 2019 (Saratov, Russia, February 7-8, 2019). – Springer, Cham. – P. 515-526.

[11] Утепбергенов, И.Т., О концепции создания системы информационной поддержки инновационной деятельности в Республике Казахстан / И.Т. Утепбергенов, Л. К. Бобров, И. П. Медянкина, З.В. Родионова, Ш.Д. Тойбаева // Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства: сб. статей II всероссийской научно-практической конференции с международным участием им. В.В. Губарева (Новосибирск, 11-13 декабря 2018 г.) / под ред. П.В. Мищенко. – Новосибирск, 2018. – С. 323-331.

[12] Weibel, S. Image Description on the Internet: A Summary of the CNI/OCLC Image Metadata Workshop; September 24-25, 1996; Dublin, Ohio [Electronic resource] / S. Weibel, E. Miller // D-Lib Magazine: [site]. – 1997. – Vol. 3. N 1. – Режим доступа: http://www.dlib.org/dlib/january97/oclc/01weibel.html, свободный (дата обращения 19.03.19). – Загл. с экрана.

[13] Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Набор элементов метаданных "Дублинское ядро" = System of standards on information, librarianship and publishing. The Dublin Core metadata element set [Электронный ресурс] : национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 7.0.10-2010 (ИСО 15836:2003) : введен впервые : введен 2011-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва: Стандартинформ, 2011. - III, 7 с. – Режим доступа: http://files.stroyinf.ru/Data/507/50777.pdf, свободный (дата обращения 17.03.19). – Загл. с экрана.

[14] DCMI Metadata Terms [Electronic resource] // Dublin Core Metadata Initiative: innovation in metadata design, implementation & best practice: [site]. 2012. – Режим доступа: http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/#section-3, свободный (дата обращения 17.03.19). – Загл. с экрана.

[15] Kokkelink, S. Expressing Qualified Dublin Core in RDF/ XML [Electronic resource] / S. Kokkelink, R. Schwanzl // dublincore.org: [site]. – Режим доступа: http://www.dublincore.org/documents/dcq-rdf-xml/, свободный (дата обращения 19.03.19). – Загл. с экрана.

Бобров Л.К., Утепбергенов И.Т., Сагындыкова М.С., Надралиев А.Г.

Информационные ресурсы для инновационной деятельности в инженерном образовании.

Резюме. Показана актуальность формирования информационных ресурсов для инновационной деятельности и их использования в инженерном образовании. Дано краткое описание проекта создания системы информационной поддержки инноваций в Республике Казахстан. Сформулированы требования к базе метаинформации, содержащей описания информационных ресурсов. Разработан формат метаданных, за основу которого принято Дублинское ядро, определяющее состав и семантику элементов данных. Для поиска информационных ресурсов предложено использование продукционной модели.

Ключевые слова: инновационная экономика, информационное обеспечение, метаинформация, форматы метаданных.

УДК 378.146

[1]A.K. Sakipov , [2] Yu.V. Efimova [3]A.B. Utegulov [4] I.V. Koshkin.
([1] L.N.Gumilyov Eurasian National University
[2] Chistopol branch "Vostok" of Kazan National Research Technical University A.N. Tupolev - KAI, (Chistopol, Russia);
[3] S.Seifullin Kazakh Agro Technical University, (Nur-Sultan);
[4]Kostanay State University A. Baitursynov (Kostanay))

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR TESTING AND TRAINING USING A FUZZY ASSESSMENT MODEL

Annotation. The article deals with the problem of evaluation of educational achievements of students in the study of program disciplines. The algorithm of functioning of the program complex with the testing and training functions is offered. The description of the main indicators of the level of discipline mastering on the basis of the qualimetric approach, assessment of validity and reliability of test materials is given. The mathematical model of construction of rating lists of students on the basis of methods of fuzzy logic is offered. The description of the software complex and its modules: testing, training, filling the Bank tasks and statistics. The conclusions about the possibility of using the system of adaptive testing and training in the framework of traditional and distance learning.

Keywords: modeling, software, testing of students, fuzzy sets, membership functions.

[1]А.К. Сакипов, [2]Ю.В. Ефимова [3]А.Б. Утегулов, [4]И.В. Кошкин.
([1] ЕНУ имени Л.Н. ГУМИЛЕВА
[2] Чистопольский филиал «Восток» Казанского национального исследовательского технического университета им А.Н. Туполева - КАИ, (г. Чистополь, Россия);
[3] Казахский аграрный университет имени С. Сейфуллина, (г. Нур-Султан);
[4] Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова (г. Костанай))

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕСТИРОВАНИЯ И ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается задача оценивания учебных достижений обучающихся при изучении программных дисциплин. Предложен алгоритм функционирования программного комплекса с тестирующей и обучающей функциями. Дано описание основных показателей уровня усвоения дисциплины на основе квалиметрического подхода, оценки валидности и надежности тестовых материалов. Предложена математическая модель построения рейтинговых списков обучающихся на основе методов нечеткой логики. Дано описание программно-аппаратного комплекса и его модулей: тестирования, обучения, наполнения банка заданий и получения статистики. Сделаны выводы о возможности применения системы адаптивного тестирования и обучения в рамках традиционного и дистанционного обучения.

Ключевые слова: моделирование, программное обеспечение, тестирование обучающихся, нечеткие множества, функции принадлежности.

Введение.

В настоящее время к выпускникам информационных и инженерных направлений технических вузов предъявляются все более строгие требования со стороны потенциальных работодателей не только с позиции соответствия компетенциям, необходимых для выполнения трудовых обязанностей, но и владения способностью самостоятельно обучаться в течение всей профессиональной деятельности. Это связано с постоянной необходимостью повышать свой уровень квалификации из-за быстро развивающихся информационных технологий и стремительного устаревания знаний, полученных в рамках высшего образования. Поэтому значительную роль в профессиональном становлении будущих программистов играет их способность к самостоятельному обучению и умение критически оценивать текущий уровень владения учебным материалом [1-5,7]. Для развития данных способностей и повышения качества образовательного процесса может использоваться динамическая компьютерная система тестирования, обладающая функциями текущего контроля знаний студентов и обучающего комплекса с вариативными образовательными траекториями [7,9].

Методы.

Тестирование студентов для оценки качества обучения превосходит по своим возможностям традиционные средства оценивания, такие как письменный ответ на билет или устный опрос. Кроме

того, тестирование имеет ряд преимуществ: существенная экономия времени как на проведение самого тестирования, так и на проверку его результатов, большая объективность при оценивании, психологическая комфортность обучающихся, наличие единых критериев оценивания и возможность адаптировать обучающую среду в зависимости от полученных при тестировании результатов.

В настоящее время существует большое разнообразие тестирующих систем, представляющих собой системы тестирования в режиме онлайн и оффлайн, локальные и сетевые виды [8,10]. Основным недостатком тестирующих систем можно считать жесткий порядок вывода вопросов и недостаточную гибкость к ритму обучения студентов при проведении тестирования.

Таким образом, ставятся следующие задачи исследования: разработать модель оценки уровня сформированности компетенций и реализовать программный комплекс, обладающий как контролирующей, так и обучающей функциями с возможностью адаптивного создания тестовых материалов и синтеза индивидуальной обучающей траектории. Данная система позволяет студенту выбрать для себя приемлемую стратегию успеваемости с учетом своих способностей и планами на будущее.

Результаты и обсуждения.

Для решения поставленной задачи разработана динамическая комплексная система тестирования, которая включает в себя достоинства большинства тестирующих систем, а также обладает перечисленными преимуществами по сравнению с остальными.

Программный комплекс тестирования и обучения создан для использования студентами первого курса инженерного и ИКТ-направлений при изучении программных IT-дисциплин. Алгоритм работы адаптивной системы тестирования и обучения представлен на рисунке 1.

Система состоит из несколько модулей: тестирования, обучения, наполнения банка тестовых заданий и расчета статистики. Система реализована в среде Microsoft Visual Studio на языке программирования C#.

В рамках исследования предложена математическая модель оценивания учебных достижения при динамическом тестировании.

Данная модель позволяет составить рейтинговый список обучающихся по n тестовым модулям дисциплины со следующими характеристиками:

– коэффициент важности учебной единицы (раздела) в рамках изучаемой дисциплины;

– текущие тестовые баллы и рейтинговые оценки обучающегося с указанием максимального балла по разделу дисциплины;

– шкала оценивания;

– оценка валидности и надежности используемых тестов;

– комплексная оценка уровня сформированности профессиональных компетенций студента, полученная на основе анализа текущих результатов тестирований с использованием нечеткой логики.

Адаптивное тестирование позволяет оценивать компетенции обучающегося в рамках изучения программирования достаточно объективно, в простейшем случае возможно использование 100 бальной критериальной системы оценивания:

$$C = \frac{A}{B} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где соответственно

менее 50 % - «неудовлетворительно»;

менее 51-70 % - «удовлетворительно»;

менее 71-85 % - «хорошо»;

менее 86-100 % - «отлично».

Для оценки валидности и надежности используемых тестов достаточно часто применяется гипотеза нормального распределения тестовых результатов, а сложность предлагаемых тестов оценивается с помощью индекса выполнимости по формуле (2):

$$T = 100\left(1 - \frac{n}{N}\right)(\%), \quad (2)$$

где n – количество обучающихся, прошедших тестирование с оценкой выше «удовлетворительно»;

N – количество обучающихся, проходивших тестирование.

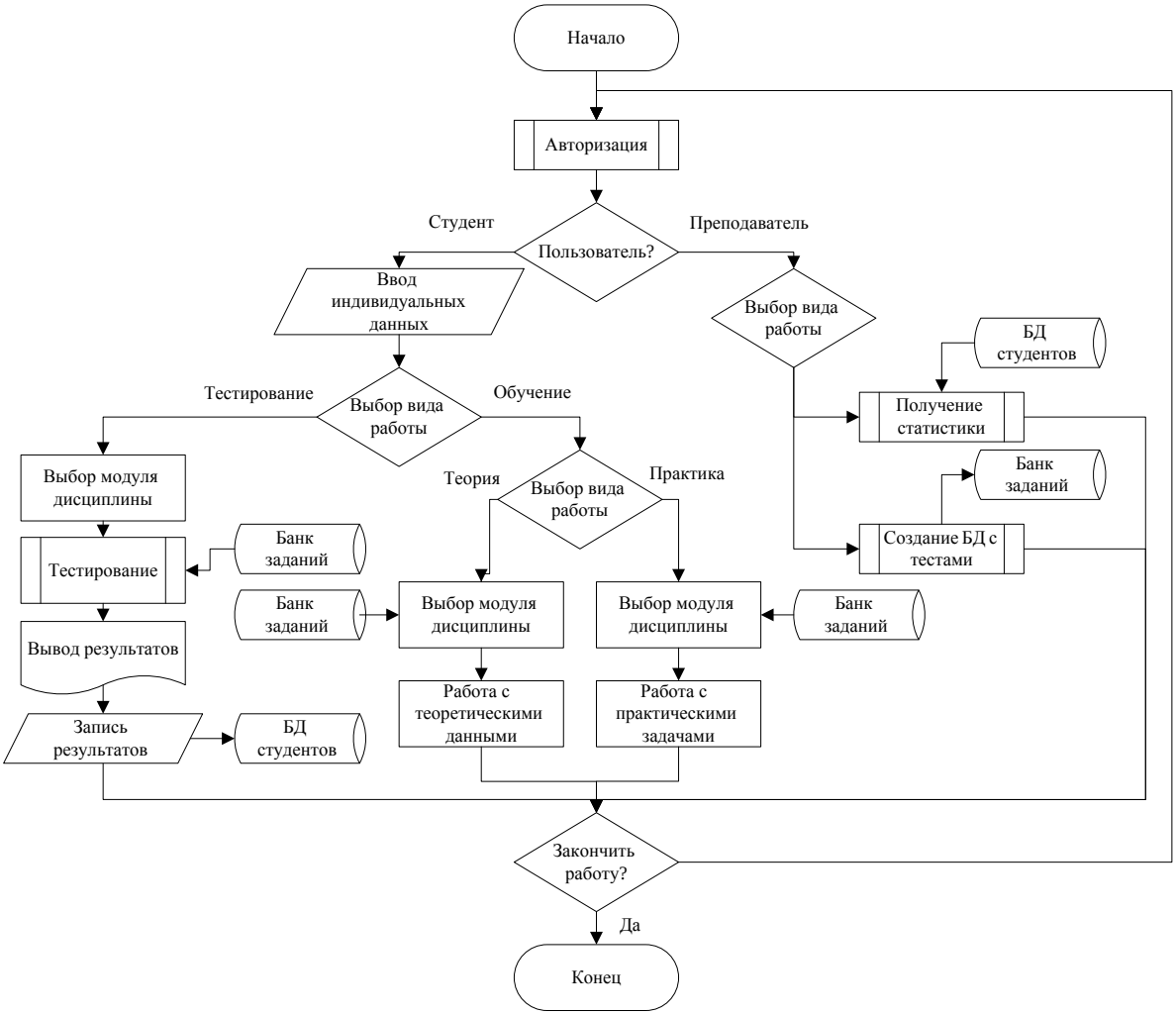


Рис.1. Алгоритм работы адаптивной системы тестирования и обучения

В качестве исходных данных оценивания знаний студентов используются результаты тестирования по всем разделам дисциплины.

При подготовке материала для тестирования преподаватель разбивает весь массив банка тестовых заданий и задач в соответствии с имеющимися разделами содержания изучаемой дисциплины. Типы заданий варьируются, например, задания на знание теоретических положений с выбором ответа, задания на решение программных задач, задания на составление блока кода по заданному алгоритму и т.д. Каждое тестовое задание относится к одному из уровней сложности, при наполнении банка заданий преподаватель определяет весовой коэффициент важности каждого раздела и задания.

В общем случае, зная k – количество разделов дисциплины, представленных для диагностирования уровня освоения обучающимися в тесте и n – общее количество заданий в тесте можно получить рейтинговую оценку [1], характеризующую уровень качества подготовки i-го испытуемого как средневзвешенный арифметический показатель по формуле (3):

$$N_j = \sum_{i=1}^{k} g_i \cdot p_{ij}, \quad (3)$$

где p_{ij} – количество выполненных заданий из i-го раздела j-ым испытуемым или соответствующее ему количество баллов по принятой шкале оценивания, g_i – весовой коэффициент i-го раздела.

Расчет весового коэффициента g_i i-го раздела дисциплины может быть проведен по формуле (4):

$$g_i = \frac{\frac{1}{\overline{\overline{p_i}} - \overline{\overline{p_i}}}}{\sum_{i=1}^{k} \frac{1}{\overline{\overline{p_i}} - \overline{\overline{p_i}}}}, \quad (4)$$

где $\overline{p_i}$ – предельное значение показателя качества освоения i –го раздела, принимаемое как максимальное возможное значение баллов за i –й раздел,

$\overline{\overline{p_i}}$ – номинальное показателя качества освоения i –го раздела.

Уровень сформированности компетенций определяется как одномерный массив, включающий в себя пятерку параметров вида:

$$K = \{X, Y, Z, V, W\}, \quad (5)$$

где $X = \{X_1, X_2, X_3, X_4\}$ – вектор, соответствующий показателю, оценивающему знания студента;

$Y = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4\}$ – вектор, соответствующий показателю, оценивающему понимание студентом теоретических положений дисциплины;

$Z = \{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4\}$ – вектор, соответствующий показателю, оценивающему умение студента применять на практике теоретические знания;

$V = \{V_1, V_2, \mathrm{V}_3, V_4\}$ – вектор, соответствующий показателю, оценивающему умение студента анализировать код программы;

$W = \{W_1, W_2, W_3, W_4\}$ – вектор, соответствующий показателю, оценивающему умение студента реализовывать программные модули.

В зависимости от места дисциплины в учебном плане принимаем в качестве удовлетворительного уровня сформированности компетенций значение вектора параметров $K = \{X, Y, Z, V, W\} = \{11100\}$. При этом следует учитывать, что для дисциплин, оказывающих существенное влияние на формирование профессиональных компетенций, например, программирование на информационных направлениях обучения, предпочтительным является вариант $K = \{X, Y, Z, V, W\} = \{11111\}$.

Работа в системе с доступом уровня «Преподаватель» позволяет получить рейтинговый список обучающихся. Анализ и комплексную оценку уровня сформированности профессиональных компетенций для построения рейтингового списка всех обучающихся можно рассматривать как задачу многокритериальной оценки (идентификации) некоторого объекта [2]. В качестве входных параметров выступает набор одномерных векторов, представленных формулой (5) и параметр, описывающий временные затраты на изучение теоретического материала при неуспешном прохождении теста, а в качестве выходной переменной комплексная оценка уровня сформированности профессиональных компетенций.

При написании исходного программного кода для реализации модуля «Статистика» на основе нечеткой экспертной системы, а так же для расчета параметра неопределенности последовательно было выполнено несколько этапов.

На первом этапе разработки модуля выбран класс решающей нечеткой системы для поставленной задачи. Общепринятая базовая структура нечётких систем включает в себя ряд компонентов: совокупность правил (rules), которые реализуют процесс функционирования системы; совокупность лингвистических переменных (variables) заданных своими функциями принадлежности; модуль нечёткого вывода на правилах и агрегирования; блока дефаззификации нечёткого множества в четкое выходное значение (в ряде случаев может не использоваться). Вход нечётких систем может быть как нечётким, так и чётким числом. В соответствии с входными и выходными данными существуют четкочеткая, нечетко-нечеткая, нечетко-четкая системы, отличающиеся между собой параметрами четкости с точки зрения представления входных и выходных воздействий.

Для данного исследования выбрана нечетко-четкая архитектура построения, так как входные воздействия системы могут быть представлены нечеткими данными, например, время, затраченное на изучение теоретического материала, различными экспертами-преподавателями может интерпретироваться по-разному, а выходная комплексная оценка уровня сформированности профессиональных компетенций должна выражаться четким числом.

На втором этапе определены входные лингвистические переменные, их эталонные шкалы и лингвистические термы, входящие в состав лингвистических переменных.

Все входные переменные, представленные в виде (5) и временная оценка, являются лингвистическими переменными со следующими термами $\{X_1, X_2, X_3, X_4\}$ - множество термов для оценки интегрального показателя знаний студента; $\{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4\}$ - множество термов для оценки переменной Y, определяющей интегральный показатель понимания теоретических положений программирования и т.д. Каждой переменной были заданы четыре лингвистических терма: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

На третьем этапе определены используемые функции принадлежности, задающие нечеткие множества лингвистических термов. Пользуясь понятиями универсального множества и функции принадлежности, каждый из термов представляется в виде нечеткого множества. Пример формирования функций принадлежности лингвистической переменной показан на рисунке 2. Нечеткие множества лингвистических термов задаются с помощью четырех функций принадлежности. Функции по оси OY ставят в соответствии числовой шкале степень принадлежности каждого ее значения оси OX определенному лингвистическому терм-множеству[6]. В общем случае нечеткие знания некоторой величины X описываются набором значений X и $\mu(X)$ на нечетком множестве: $\widetilde{X} = \{(X_1/\mu_1(X)), (X_2/\mu_2(X)), \dots, (X_n/\mu_n(X))\}$, где $\widetilde{X}$ – нечеткое множество, X_i – значение i -го факта, $i = \overline{1,n}$, n – количество атрибутов, характеризующих уровень сформированности компетенций, $\mu_i(X)$– функция, описывающая степень принадлежности значения факта X_i нечеткому множеству $\widetilde{X}$ [3,4].

На заключающем этапе разработки модуля статистики описываются правила продукции для нечеткой системы в формате IF-THEN. При записи продукционных правил допускается использование логических операторов «И» и «ИЛИ» [9].

Пример продукционного правила: IF вектор Y соответствующий показателю, оценивающему понимание студентом теоретических положений дисциплины есть Y_4 AND вектор X соответствующий показателю, оценивающему знания студента есть X_4 AND время, затраченное на изучение теоретического материала, выше среднего THEN предполагается, что конкретная компетенция сформирована на удовлетворительном уровне.

Имея некоторые входные воздействия и соответствующие им функции принадлежности каждого нечеткого множества решающая система на основе продукционных правил работает по следующему алгоритму: на вход поступают данные об исследуемом студенте, которые сравниваются с заданной эталонной функцией принадлежности.

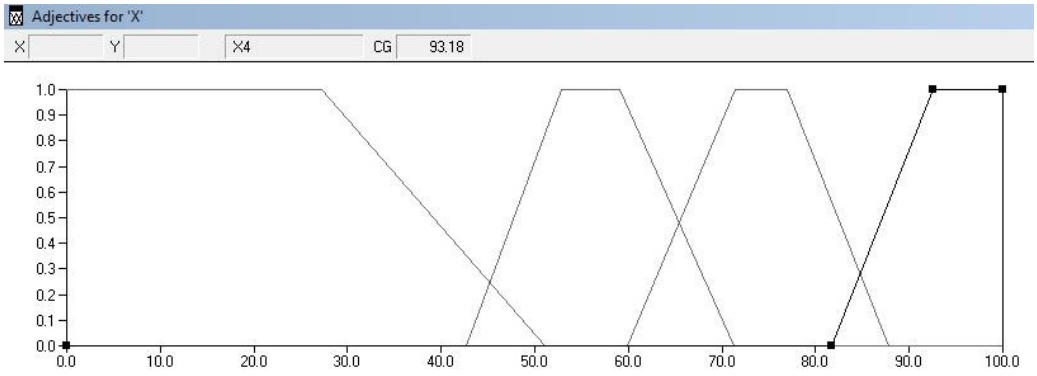


Рис. 2. Функций принадлежности лингвистической переменной $\widetilde{X}$

Если входные данные согласуются с этой функцией, то решающая система с определенной степенью уверенности выдает ответ, основываясь на том, насколько входные данные подобны эталонным значениям. Продукционные правила запускают процесс сопоставления нечеткого множества входных данных и лингвистических переменных. В правилах прописывается, с какой лингвистической переменной должно произойти сопоставление входных данных. В качестве выходной величины выступает комплексная оценка уровня сформированности профессиональных компетенций – это значение, полученное на этапе приведения к четкости результирующего нечеткого множества (дефаззификации) и используемое для построения рейтингового списка обучающихся.

Вторая функция доступная в роли «Преподаватель» – наполнение банка заданий. Тестовые задания могут быть представлены как вопросы с вариантами ответов с любым количеством альтернатив; вопросы без вариантов ответов; вопросы, требующие ввода числового значения или

отрывка кода. Исходные тесты создаются и редактируются в текстовом редакторе. Для удобства форматирования допускается использование HTML-тегов, а также добавление любых символов. Следует отметить, что при изучении программирования на первом курсе графические возможности языка не входят в объем дисциплины, соответственно возможность вставки изображений в тестовое задание не реализована. Для расчета уровень качества подготовки по формуле (3) и коэффициента весомости раздела дисциплины по формуле (4) преподаватель задает уровень сложности вопроса, эта опция реализована в пункте меню модуля.

Разработанный программный комплекс включает в себя тестовый модуль, позволяющий организовывать тестирование группы студентов одновременно на нескольких компьютерах. Банк заданий формируется в виде отдельного файла и хранится на сервере, а не на рабочих станциях. Каждая группа задания на проверку одной из составляющих уровня сформированности компетенций X, Y, Z, V, W формируется независимым образом. По результатам тестирования преподаватель получает оценку валидности и надежности тестов, рассчитанную по формуле (2).

С точки зрения студента тестирование представляет собой стандартную процедуру вывода вопроса и получение ответа. При создании контрольно-измерительных материалов сложность вопросов и заданий дифференцируется преподавателем при занесении их в банк тестовых заданий. По завершению тестирования студентам выводится процент правильно выполненных заданий, итоговый балл, рассчитанный по оценочной шкале (1) и приводятся рекомендации о повторении тех разделов дисциплины, в которых были допущены ошибки.

Заключение.

Разработанный программно-аппаратный комплекс способствует повышению эффективности обучения и обладает следующим достоинствами:

– объективная оценка усвоения теоретического материала и практических навыков студентами;

– возможность построения рейтингового списка обучающихся с целью закрепления и повторения изучаемого материала с наиболее «слабыми» и получения комплексной оценки уровня сформированности профессиональных компетенций и осуществления управляющих воздействий на образовательный процесс;

– возможность повторного прохождения теста с целью самообучения и саморефлексии обучающихся;

– возможность получения рекомендаций для построения индивидуальной обучающей траектории с указанием разделов для более детального изучения;

– возможность генерации комплекта тестовых заданий наиболее полно охватывающих все разделы дисциплины.

Разработанная математическая модель построения рейтинговых списков обучающихся на основе методов нечеткой логики позволит создать программный комплекс адаптивного тестирования и обучения, показывающий более точные результаты оценивания и синтеза образовательных траекторий по сравнению с традиционными методами экспертных оценок.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мамонтова, М.Ю. Квалиметрический подход к моделированию оценки качества академической подготовки студентов // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12-1. – С. 145-148; URL: http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=11901 (дата обращения: 26.03.2019).

[2] Cabero-Almenara, Julio, Palacios-Rodriguez, Antonio. Digital Competence Framework for Educators "DigCompEdu". Translation and adaptation of "DigCompEdu Check-In" questionnaire // EDMETIC. 2020.- Volume: 9.Issue: 1. Page: 213-234

[3] Орлов, А.И. Теория нечетких множеств – часть теории вероятностей // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. 2013. №92. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-nechetkih-mnozhestv-chast-teorii-veroyatnostey (дата обращения: 29.03.2019).

[4] Жданов, А. А., Караваев М. В. Применение нечеткой логики в имитационной системе автономного адаптивного управления // Труды ИСП РАН. 2002. №. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-nechetkoy-logiki-v-imitatsionnoy-sisteme-avtonomnogo-adaptivnogo-upravleniya (дата обращения: 20.03.2019).

[5] Родионов, М. А., Акимова И. В., Шабанов Г. И. Элементы «Нечеткой математики» как компонент профессионально-педагогической подготовки будущих учителей математики и информатики // ИТС. 2017. №2 (87).

[6] Лабинский, А. Ю. Многомерная классификация с использованием нечеткой логики // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2018. №2.

[7] Mutovkina, N. Yu. Computer Implementation of the Fuzzy Model for Evaluating the Educational Activities of the University.// ADVANCES IN ARTIFICIAL SYSTEMS FOR MEDICINE AND EDUCATION II Conference: 2nd International Conference of Artificial Intelligence, Medical Engineering, Education (AIMEE), Moscow, RUSSIA.2020. Volume: 902 Pages: 591-600

[8]. Korkmaz, Ceren; Correia, Ana-Paula. A review of research on machine learning in educational technology // EDUCATIONAL MEDIA INTERNATIONAL. 2019. Volume: 56. Issue: 3. Pages: 250-267

[9] Шабанов, А. А., Великанов В. С. Обоснование подхода в задании коэффициента определенности правил нечетких продукций в системах нечеткого вывода // Вестник КузГТУ. 2013. №4 (98).

[10] Xu, Wanxiao; Ding, Mingjie. Relevance analysis of social equity and urbanization based on fuzzy logic and factor analysis model // JOURNAL OF INTELLIGENT & FUZZY SYSTEMS. 2019. Volume: 37. Issue: 5. Pages: 6229-6240.

Сакипов А.К., Ефимова Ю.В., Утегулов А.Б., Кошкин И.В.

Бағалаудың тақ моделін пайдалана отырып, тестілеу мен оқытудың бағдарламалық-аппараттық кешені

Резюме. Анық логика әдістері негізінде білім алушылардың рейтингтік тізімін құрастырудың әзірленген математикалық моделі сараптамалық бағалаудың дәстүрлі әдістерімен салыстырғанда білім траекторияларын бағалау мен синтездеудің нақты нәтижелерін көрсететін бейімді тестілеу мен оқытудың бағдарламалық кешенін құруға мүмкіндік береді.

УДК 534.29

Y. Blinayeva[1], G. Popova[1], S.Smailova[1], V. Yakovlev[1], Y. Yaanus[2]
(D. Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
Sarsen Amanzholov East Kazakhstan state university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)
e-mail: blinaeva-helen@mail.ru

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF INFRASOUND ON THE REDUCTION OF CRUDE OIL VISCOSITY

Abstract. The growing demand for oil and its refined products makes us look for new ways to produce and process oil that is difficult to recover, highly viscous and contains an increased percentage of paraffin in its composition. The article describes field experiments on the effect of infrasound on crude oil and substantiates the need for computer simulation of the process in the COMSOL Multiphysics® environment based on the Helmholtz wave equation.

Key words: Low frequency sounds, crude oil, paraffin content, kinematic viscosity of oil, crude oil fluidity.

Е. Блинаева, Г. Попова, С. Смаилова, В. Яковлев, Я. Яанус
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им.Д.Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан)
e-mail: blinaeva-helen@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНФРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СНИЖЕНИЕ ВЯЗКОСТИ СЫРОЙ НЕФТИ

Аннотация. Актуальность исследований обусловлена необходимостью поиска новых методов очистки сырой нефти от парафина для повышения качества нефти, снижения ее стоимости и оптимизации процессов технологической подготовки нефти. Возрастающий спрос на нефть и продукты ее переработки заставляет искать новые способы добычи и переработки нефти, относящейся к категории трудноизвлекаемой, высоковязкой, содержащей повышенный процент парафина в своем составе.

Ключевые слова: Звуки низкой частоты, сырая нефть, содержание парафина, кинематическая вязкость нефти, текучесть сырой нефти.

ВВЕДЕНИЕ

Нефти – это сложные смеси органических соединений на основе углеводородов различного строения. Нефти разных месторождений обладают различным физико-химическим составом, содержат множество примесей, а также растворенный газ, минеральные соли и воду. Нефть - это основное сырье

для производства бензина, керосина, дизельного топлива, мазута, смазочных масел и прочих продуктов, используемых различными отраслями производства. [1]

Нефти различных месторождений зачастую существенно отличаются друг от друга по своему составу, поскольку компоненты нефти являются смесью различных углеводородов. В составе нефти по своему строению различаются молекулы и количество атомов углерода и водорода в каждой молекуле. [2]

В процессе добычи и транспортировки нефть подвергается различным воздействиям, которые могут вызвать концентрирование парафинов, асфальтенов и смол. Это увеличивает плотность и вязкость нефти, изменяет ее структуру и характеристики, нефть переходит в категорию трудноизвлекаемых ресурсов. [3]

Из-за активной добычи нефти в мире, запасы легких нефтей истощаются. Все возрастающий спрос на нефть и продукты ее переработки заставляет искать новые способы добычи и переработки нефти, относящейся к категории трудноизвлекаемой, высоковязкой, содержащей повышенный процент парафина в своем составе.

Если нефть содержит более 6% парафина, ее классифицируют как парафинистую. В РАН были исследованы 19200 образцов нефтей различных месторождений Земли. На основе полученных результатов была составлена база данных, хранящая информацию о физико-химических свойствах нефтей, также была получена схема распределения нефтегазоносных бассейнов, нефть которых содержит высокий процент парафина. Проведенный анализ показал, что лидером по запасам парафинистых нефтей является Россия, на втором месте – Казахстан и на третьем – Китай.

Нефти вновь открытых месторождений содержат парафиновые углеводороды, меркаптановые сернистые соединения, металлопорфиринов, в связи с чем перед учеными встает задача поиска нетрадиционных подходов к переработке нефти этих месторождений. [4]

Ученые и исследователи изучали свойства нефтей казахстанских месторождений, разрабатываемых в конце XX века. За период существования Казахстана как независимого государства, было открыто несколько новых месторождений на востоке и юге страны. Свойства и характеристики нефтей Казахстана были исследованы и описаны в работах известных и авторитетных казахстанских ученых и их молодых продолжателей. [5-7]

Нефти казахстанских месторождений считаются вязкими, высокопарафинистыми, малосернистыми, смолистыми, малоасфальтеновыми.

Старейшим месторожденем Казахстана является месторождение Жанажол - газоконденсатное месторождение в Мугалжарском районе Актюбинской области Казахстана, которое было открыто в 1978 году. Характеристики жанажольской нефти были исследованы и описаны в работах российских ученых и их казахстанских коллег [8-11].

Способность нефти течь и деформироваться описывается ее реологическими свойствами. Температура застывания нефти – одна из ее важнейших физических характеристик. Когда температура нефти приближается к температуре застывания, в ее составе начинают разрастаться кристаллы парафина. При большем сближении значений температур парафины образуют кристаллическую решетку, затрудняющую реологию жидких фаз нефти. [3]

Сегодня возрастает потребность рынка в производстве качественного дизельного топлива, в связи с большим количеством автомобилей, работающих на нем.

Основными низкотемпературными характеристиками дизельных топлив являются температуры помутнения и застывания. Температура помутнения характеризует момент выпадения в осадок твердых фракций [12]. Если в пробирку налить дизельное топливо и охладить пробирку в лабораторных условиях, а затем наклонить пробирку под углом 45 градусов и держать ее в таком положении в течение одной минуты, то температура, при которой положение мениска останется неизменным, называется температурой застывания [13].

Для улучшения качеств сырой нефти и продуктов ее переработки требуется поиск методов по депарафинизации нефти. Для большинства регионов Казахстана трудности функционирования дизелей в период понижения температур являются весьма актуальной проблемой. Образующиеся, при пониженных температурах окружающей среды кристаллы парафинов со временем создают технические проблемы при работе дизельных двигателей. Одним из способов очистки нефти от избытка парафина является карбамидная депарафинизация. Главной целью данного способа депарафинизации является образование карбамидного комплекса, с его последующим отделением, промыванием и разрушение.

Другим способом решения данной проблемы может быть использование зимних дизельных присадок [14-18].

На предприятии по нефтепереработке, в условиях полного производственного цикла, при обработке нефти с повышенным содержанием парафина могут использоваться современные высокоэффективные присадки, снижающие температуру застывания парафина. В работах [19-21] авторы сделали вывод, что качество базового топлива существенно влияет на эффективность добавления присадок. Подбор типа и концентрации добавляемых в топливо присадок должен осуществляться в каждом случае заново. Данный процесс не позволяет оптимизировать процесс нефтепереработки.

Использование присадок не всегда повышает качество дизельного топлива до требуемых нормативных показателей, зачастую эффективность от добавления присадок низкая, так как углеводородный состав топлива оказывает значительное влияние на процесс депарафинизации. Поэтому ученые продолжают вести поиск новых способов депарафинизации.

Одним из таких способов можно считать применение звуков низкой частоты для воздействия на пробы сырой казахстанской нефти с целью определения влияния инфразвука на процесс выделения из нефтяных фракций твердых углеводородов.

Если предположить, что под воздействием звуков низкой частоты в молекулах углеводородов происходит разрыв химических связей, то химико-физические свойства нефти после обработки инфразвуком будут отличаться от химико-физических свойств до обработки [22].

Существует спектр инфразвуковых аппаратов, используемых для "разгона" технологических процессов в жидких средах. Колебания могут создаваться непосредственно в обрабатываемой среде, либо обрабатываемая среда подвергается инфразвуковому воздействию дистанционно. За счет того, что инфразвуковые волны поглощаются обрабатываемой средой в незначительной степени, это позволяет распространить возникающие при воздействии инфразвука волны на значительные технологические объемы. Инфразвуковыми аппаратами могут реализовываться такие физические эффекты, как кавитация, акустические течения (звуковой ветер), дегазация жидкости и прочие. Эти эффекты позволяют интенсифицировать промышленные процессы перемешивания, фильтрования, растворения [23].

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

Авторами исследования был проведен эксперимент по воздействию звуков низкой частоты на образцы сырой нефти. Проведение экспериментальных исследований основывалось на положениях теории эксперимента [24].

Экспериментальные исследования по изучению воздействия звуков низкой частоты на нефть казахстанских месторождений проводились с образцами, полученными с месторождения «Сарыбулак», Республика Казахстан.

Проведение эксперимента осуществлялось в условиях помещения лаборатории. Образцы сырой нефти разливались в емкости одинакового объема. Каждая емкость маркировалась соответствующими данными (№ пробы, объем пробы, место забора нефти). Отдельно подготавливалась емкость с контрольным образцом сырой нефти, который не подвергался инфразвуковому воздействию.

Подготовленные емкости с образцами нефти устанавливались под низкочастотным излучателем. На генераторе излучателя выставлялись требуемые параметры инфразвука. После установки всех параметров прибор включался и осуществлялось воздействие звука низкой частоты на экспериментальный образец.

По окончании времени воздействия прибор отключался. Емкость с обработанным образцом заменялась на следующий экземпляр и опыт повторялся. Продолжительность работы прибора находилась в интервале от 10 мин до 30 мин.

После окончания экспериментов обработанные пробы сырой нефти были исследованы в лаборатории центра по сертификационным испытаниям автомобильных топлив и технических масел Восточно-Казахстанского технического университета им.Д.Серикбаева на предмет определения вязкости и температуры застывания нефти.

После статистической обработки данных эксперимента были получены графики зависимости температуры застывания нефти от исследуемых параметров (частоты инфразвука и времени воздействия инфразвука).

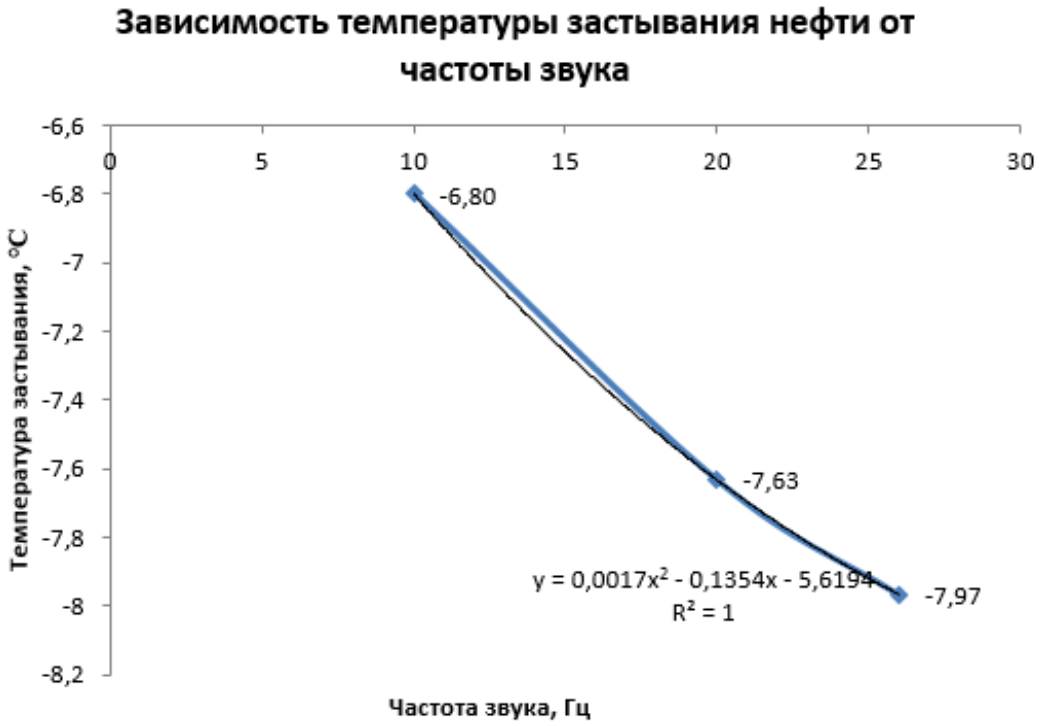


Рис. 1. График зависимости температуры застывания нефти от частоты инфразвука

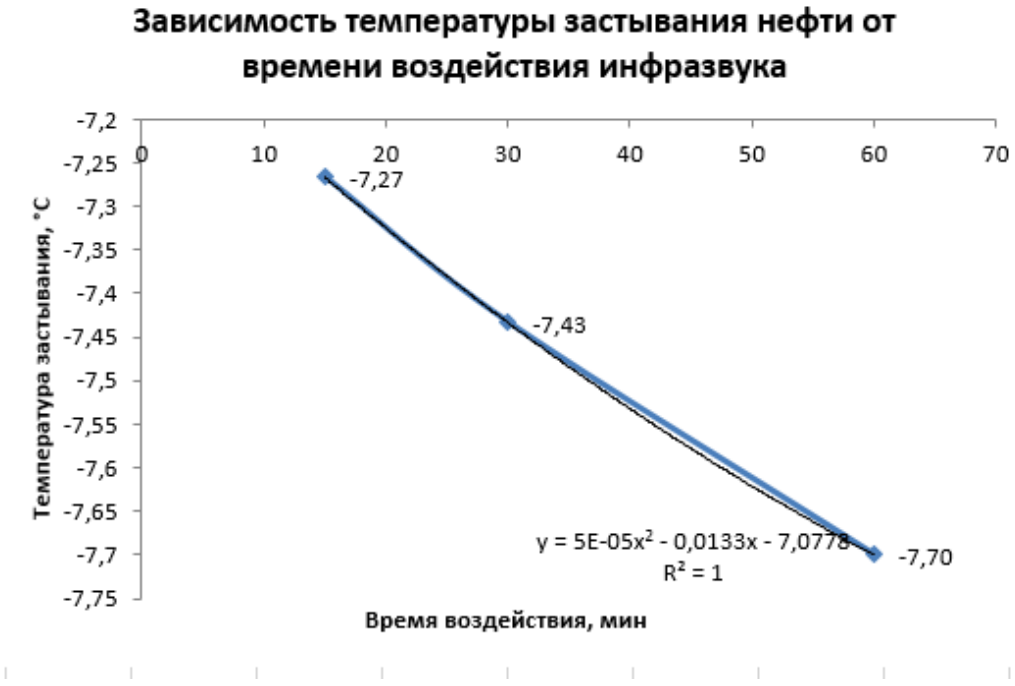


Рис. 2. График зависимости температуры застывания нефти от времени воздействия инфразвука

После анализа экспериментальных образцов на температуру застывания нефти были проведены исследования по измерению кинематической вязкости контрольных образцов и образцов, подвергнутых влиянию инфразвука.

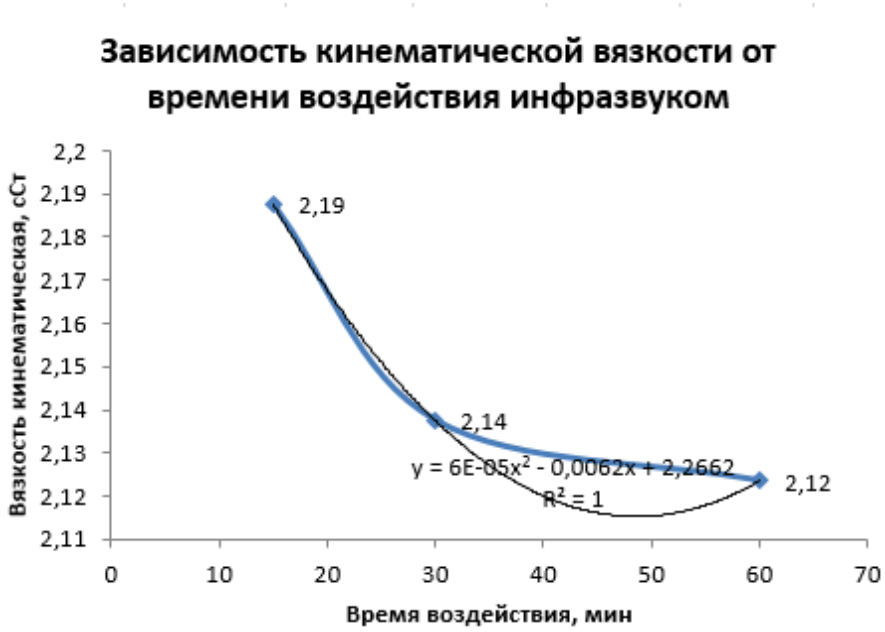


Рис. 3. График зависимости кинематической вязкости нефти от времени воздействия инфразвука

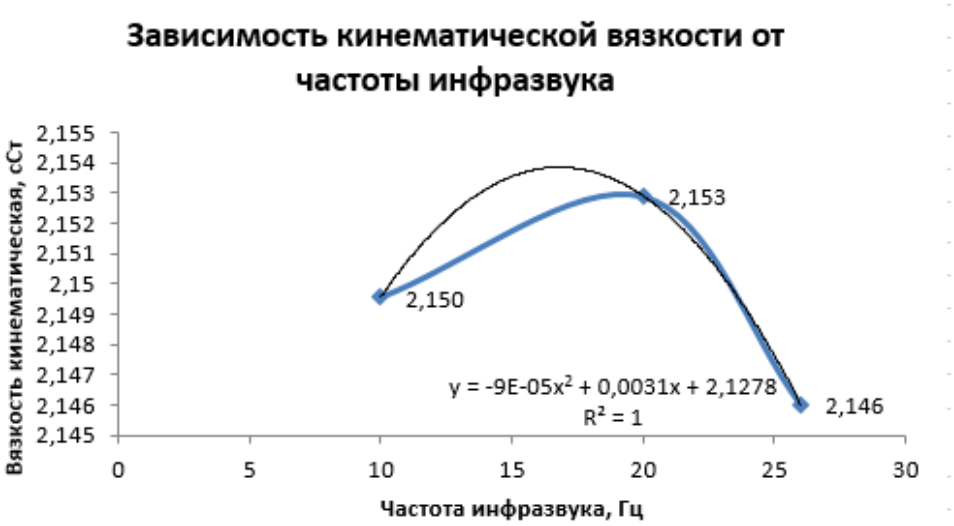


Рис. 4. График зависимости кинематической вязкости нефти от частоты инфразвука

Полученные результаты эксперимента позволяют сделать вывод:

1. В результате воздействия звуками низкой частоты на парафинистые образцы сырой нефти казахстанского месторождения «Жанажол» зафиксировано снижение температуры застывания нефти и изменение ее кинематической вязкости.

2. Зафиксированные результаты могут быть объяснены инициированием в нефти физико-химических процессов, в результате которых происходят реакции объединения молекул парафина с имеющимися в сырой нефти растворенными газами, что и приводит к изменению содержания парафина в обработанной нефти.

3. Наилучшую аппроксимацию результатов показали полиномиальные тренды, что свидетельствует о нелинейности происходящих в нефти процессов с течением времени и изменением частоты инфразвука.

В дальнейшем было проведено компьютерное моделирование процесса воздействия инфразвука на образцы сырой нефти для изучения происходящих в обрабатываемом образце процессов.

Компьютерный эксперимент проводился в среде COMSOL Multiphysics® с использованием инструментария модуля «Акустика», который расширяет возможности пакета и предоставляет набор инструментов для моделирования акустических волн и вибраций.

Для моделирования классических явлений акустики, таких как рассеяние, дифракция, излучение и распространение звуковых волн, в пакете доступен целый ряд интерфейсов из группы "скалярная акустика". Для задач в частотной области используется уравнение Гельмгольца, для исследований во временной области - классическое скалярное волновое уравнение. Для описания эффектов на границах имеется широкий набор граничных условий.

Волновое уравнение Гельмгольца. Уравнение плоской акустической волны.

Для волнового процесса, изменяющегося во времени по гармоническому закону с частотой ω, используется комплексное выражение. Функция времени в этом случае определяется множителем $e^{j\omega t}$.

$$p_a = \mathrm{Re}(\dot{p}_a e^{j\omega t})$$
$$\vec{v} = \mathrm{Re}(\dot{\vec{v}} e^{j\omega t}) \quad (1)$$
$$\rho_a = \mathrm{Re}(\dot{\rho}_a e^{j\omega t})$$

Величины p, v, ρ_a называются комплексными амплитудами. Сами они уже не зависят от времени. Выполнив дифференцирование по времени в волновых уравнениях и сократив $e^{j\omega t}$ получим волновые уравнения Гельмгольца для комплексных амплитуд:

$$\nabla^2 \dot{p}_a + k^2 \dot{p}_a = 0$$
$$\nabla^2 \dot{\vec{v}} + k^2 \dot{\vec{v}} = 0 \quad (2)$$

где $k = \frac{\omega}{V_l}$ - постоянная распространения (волновое число), [1/м]

Волновое число k позволяет вычислить длину волны в рассматриваемой среде:

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{V_l}{f} \quad (3)$$

Решение уравнения Гельмгольца представляет собой бегущую гармоническую волну. Для плоской гармонической волны, распространяющейся, например, вдоль оси z, уравнения (2) принимают вид:

$$\frac{\partial 2\dot{p}_a}{\partial z^2} + k^2 \dot{p}_a = 0$$
$$\frac{\partial 2\dot{v}_z}{\partial z^2} + k^2 \dot{v}_z = 0 \quad (4)$$

Решение уравнения Гельмгольца представляет собой бегущую гармоническую волну, в данном случае бегущую вдоль оси z:

$$\dot{p}_a(z) = p_{am} e^{\pm jkz}$$
$$\dot{v}_z(z) = v_{zm} e^{\pm jkz} \quad (5)$$

Выбор знака в показателе экспоненты зависит от взаимного расположения источника колебаний и точки наблюдения. Знак «минус» соответствует волне, распространяющейся вдоль оси z. Знак «плюс» соответствует волне, бегущей в сторону, противоположную оси z.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований выяснилось, что эффективность инфразвукового воздействия зависит от частоты инфразвука и времени его воздействия следующим образом:

– В результате воздействия звуков низкой частоты в диапазоне от 10 до 26 Гц на сырую нефть достигается снижение температуры застывания и улучшение текучести в условиях низких температур;

– Максимальный результат снижения температуры застывания (-2,3°С) наблюдается при частоте 20 Гц при продолжительности воздействия 15 минут и при частоте 26 Гц и продолжительности воздействия 15 минут;

– Максимальный результат снижения кинематической вязкости нефти при температуре 100°С наблюдается при частоте 10 Гц и продолжительности воздействия 30 минут и 60 минут;

– При температуре 20°С снижение кинематической вязкости наблюдается при частоте 20 Гц и продолжительности воздействия 60 минут и частоте 26 Гц и продолжительности воздействия 30 минут.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что предотвратить кристаллизацию парафина возможно путем прямого воздействия на сырую нефть звуками низкой частоты в диапазоне от 10 до 26 Гц и различного времени воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Пивоварова Н.А., Кириллова Л.Б., Такаева М.А., Мусаева М.А., Мухамбетова Ж.А., Шугорев В.Д. О свойствах и строении нефтяных дисперсных систем // Вестник Астраханского государственного технического университета. - 2008. - №6 (47). - С. 138-143.

[2] Зайковский В.В., Харламов С.Н., Муратов В.М. Экспериментальное исследование движения капель воды в водонефтяной эмульсии при разделении в неоднородном электрическом поле // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2016. - Т. 327. - № 10. - С.22–34.

[3] Байдельдина О.Ж., Дарибаева Н.Г., Нуранбаева Б.М. Особенности строения и свойств парафинистых нефтей Казахстана, влияющие на эффективность мероприятий при борьбе с парафиноотложениями // Журнал «Современные наукоемкие технологии». – 2015. – № 4 – С. 100-106.

[4] Калдыгозов А.Е. Исследование физико-химических свойств парафинистой Кумкольской нефти и нефтесмесей РК и разработка эффективной технологии для их переработки: диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD) 6D072100-Химическая технология органических веществ. - Шымкент, 2015. – 148 с.

[5] Калдыгозов А.Е. Обеспечение потребности Казахстана в высокооктановом автомобильном бензине // Журнал «Нефть и газ». - 2012 г., - №1. - С.138-146.

[6] Smolarz, A.; Wojcik, W.; Gromaszek, K. Artificial intelligence methods in diagnostics of coal-biomass blends cocombustion in pulverised coal burners // Environmental Engineering. - 2017, V.3 – P.311-317.

[7] Azzopardi B.J., Pioli L., Abdulkareem L.A. The properties of large bubbles rising in very viscous liquids in vertical columns // International Journal of Multiphase Flow – 2014. – V 2 - P.160-173.

[8] Kisil I., Bilischuk V., Kuchirka Y., Barna O. Device for study of dynamic surface tension of aqueous surfactant solutions // Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska - (2014) - V 2 – P.28-30.

[9] Abramov V. Sonochemical Approaches to Enhanced Oil Recovery // Ultrasonics Sonochemistry. – 2015. V. 25. – P.76–81.

[10] Anufriev R. Influence of Ultrasonic Treatment on Structural and Mechanical Properties and Composition of Oil Disperse Systems: thesis for the degree of candidate of chemical Sciences. – Tomsk, 2017. – P.128.

[11] Ershov M. Mathematical Processing of Results of Experiments on Ultrasonic Effects on the Viscosity of the Oil // Bulletin of Saratov State Technical University. – 2012. – V.1. – P. 250–253.

[12] Guoxiang Y. Application of Ultrasound on Crude Oil Pretreatment // Chemical Engineering and Processing. – 2008. – V. 47. – P. 2346–2350.

[13] Mullakaev M., Volkova G., Gradov O. Effect of Ultrasound on the Viscosity–Temperature Properties of Crude Oils of Various Compositions // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. - 2015. - V.49. - P. 287–296.

[14] Аюрова А.М., Герасимова Н.Н., Сагаченко Т.А. Высокомолекулярные и низкомолекулярные азотистые основания в высокопарафинистых нефтях // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2017. - Т. 328. - № 2. – С. 28–35.

[15] Ануфриев Р.В., Волкова Г.И. Влияние ультразвука на структурно - механические свойства нефтей и процесс осадкообразования // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2016. - Т. 327. - № 10. – С. 50–58.

[16] Калдыгозов А. Е., Клокова Т.П. Получение дизельных топлив из парафинистой нефти с использованием депрессорных присадок // Тезисы докладов IX Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина. – Москва, 2012 г. –Т.1. – С. 205-207.

[17] Коржов Ю.В., Орлов С.А. Агрегирование и коагуляция асфальтенов в пленке нефти: физические характеристики продуктов поверхностных отложений // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2016. - Т. 327. - № 12. С. 62–74.

[18] Mullakaev M. Development of Ultrasonic Equipment and technology for Well Stimulation and Enhanced Oil Recovery // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2015. – V. 125. – P. 201–209.

[19] Nemchin A. Influence of Cavitation Influence on Hydrocarbon Fuel // Industrial Thermotechnics. – 2002. - V. 24, P. 60-63.

[20] Prachkin V., Mullakaev M., Asylbaev D. Improving the Productivity of Wells by Means of Acoustic Impact on High-Viscosity Oil in the Channels of the Face Zone of a Well // Chemical and Petroleum Engineering. – 2015. – V.50. – P. 38-51.

[21] Shedid, A. An Ultrasonic Irradiation Technique for Treatment of Asphaltenes Deposition // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2004. – V.42. – P.57–70.

[22] Долгополова А.В., Кушнарев Д.Ф., Кин Ен Хва. Исследование структурообразования воды в системе вода – нефтепродукт // Нефтехимия. – 2004. - – В.36. - №4. – С. 371 – 375.

[23] Блинаева Е.В. Автоматизация процесса инфразвуковой пылегазоочистки. Издательство LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012 г. – 151 с.

[24] Баскин Ю.Г., Сусленкова Е.Б. Методика проведения натурно – виртуального лабораторного эксперимента // Научно – теоретический журнал «Учетные записки». – 2009. - № 9. – С. 25-32.

Блинаева Е., Попова Г., Смаилов С, Яковлев В., Яанус Я.

Шикі мұнайдың тұтқырлығын төмендетуге инфрадыбыстық әсердің әсерін зерттеу

Түйіндеме. Мұнайға және оны қайта өңдеу өнімдеріне сұраныстың өсуі қиын алынатын, жоғары тұтқыр санатына жататын, құрамында парафиннің жоғары пайызы бар мұнайды өндірудің және қайта өңдеудің жаңа тәсілдерін іздеуге мәжбүрлейді. Мақалада инфрадыбыстың шикі мұнайға әсері бойынша табиғи эксперименттер сипатталған және Гельмгольц толқындық теңдеуі негізінде COMSOL Multiphysics® ортасында үдерісті компьютерлік модельдеу қажеттілігі негізделеді..

Түйін сөздер. Төмен жиіліктегі дыбыстар, шикі мұнай, парафин құрамы, мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы, шикі мұнайдың ағымдылығы.

A.M. Abdirazakh, D.R. Kuandykova
(Turan University, Almaty, the Republic of Kazakhstan,)
E-mail: abdirazaxm@gmail.com

COMPARISON OF IMITATION MACHINE LEARNING AND REINFORCEMENT MACHINE LEARNING ON A GAME EXAMPLE

Annotation. This article is about machine learning in video games. Two different learning methods were considered: imitation learning and reinforcement learning. Several machine learning models were trained in different ways to play virtual table tennis and compared among themselves at different stages of training. This article attempts to determine the advantage of one method over another in certain situations, as well as to determine the interval in which one method becomes preferable to another.

Key words: artificial intelligence, machine learning, imitation learning, reinforcement learning, neural network.

А.М. Әбдіразах, Д.Р. Куандыкова
(университет Туран, Алматы, Республика Казахстан,)
E-mail: abdirazaxm@gmail.com

СРАВНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПУТЕМ ИМИТАЦИИ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОДКРЕПЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ИГРЫ

Аннотация. В данной статье изучена тема машинного обучения в видеоиграх. Были рассмотрены два разных способа обучения: машинное обучение путем имитации и машинное обучение с помощью подкрепления. Несколько моделей машинного обучения разными способами были обучены для игры в виртуальный настольный теннис и сравнены между собой на разных этапах обучения. В данной статье проделана работа по определению преимущества одного способа перед другим в тех или иных ситуациях, а также по определению отрезок в котором один способ становится предпочтительнее другого.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, обучение путем имитации, обучение с помощью подкрепления, нейронная сеть.

В связи с повышением вычислительных мощностей в последнее десятилетие машинное обучение сейчас находится на пике своего развития и может применяться в самых разных целях, как в целях динамичного построения компьютерных трехмерных моделей, так и в целях предотвращения автомобильных аварий [1][2]. Есть исследования на тему использования машинного обучения в образовании и обучении [3].

Игры являются удобным инструментом для изучения эффективности различных методов машинного обучения. Были осуществлены исследования в области сравнения различных модификаций

машинного обучения с помощью подкрепления на примере игры «T-rex Runner» [4]. Также были осуществлены исследования эффективности обучения с помощью подкрепления на примере «обманчивых игр», в которых структура вознаграждения построена таким образом, чтобы ввести агента машинного обучения в заблуждение. [5]. Еще один материал посвящен исследованию взаимодействия машинного обучения с помощью подкрепления и системы мульти-экспертного приобретения знаний [6]. Тем не менее, на момент написания данного материала, машинное обучение путем подкрепления больше используется для того чтобы выигрывать игры, а не в целях предоставления игроку интересного опыта в качестве игрового искусственного интеллекта. Для предоставления эффекта интересного искусственного интеллекта для игры была придумана и исследована методика стиле-ориентированного машинного обучения EMO-DRL [7], но для той же цели можно использовать методику машинного обучения путем имитации, так как обе эти методики хорошо имитируют поведение реального человека в игре [8]. Машинное обучение путем имитации активно изучается в данное время. Одно из недавних исследований Калифорнийского Университета Беркли было посвящено систематизации различных аспектов обучения путем имитации [9] Появляются и изучаются разные виды обучения путем имитации, такие как имитация от наблюдения [10]. Выявляются различные категории методов обучения путем имитации [11].

Машинное обучение путем имитации и машинное обучение с помощью подкрепления хорошо приспособлены для использования в видеоиграх, но тем не менее оба этих способа должны быть использованы для разных целей. Сравнение двух способов было проведено в университете Вирджинии на примере генерации перефразирования [12]. В данной статье изучена разница между двумя способами посредством сравнения их эффективности на разных стадиях развития на примере видеоигры.

Перед началом процесса обучения были проведены исследования существующих общетиповых проблем обеих систем обучения.

Были выявлены следующие проблемы обучения путем имитации:

1. Полученные сигналы, начиная с процесса сбора демонстраций, будь то сбор данных с датчиков ученика или учителя или использование визуальной информации, подвержены шуму и ошибкам датчиков [13]. Подобные проблемы возникают во время выполнения, когда агент воспринимает окружающую среду. Шумное или ненадежное восприятие приведет к ошибочному поведению, даже если модель будет должным об-разом обучена.

2. «Проблема соответствия», то есть сложность отображения действий агента в соответствующие действия человека [14].

3. Связанная с предыдущей проблемой – проблема наблюдаемости, когда кинематика учителя не известна учащемуся [15]. Если демонстрации не предоставлены соответствующим проекту учителем, ученик может не знать о возможностях и возможных действиях учителя; он может только наблюдать за результатами действий учителя и пытаться воспроизвести их, используя свою собственную кинематику.

4. Неспособность агента вычислять сложные цепи нужных действий для решения сложных задач. Проблемы в нахождении сложных закономерностей.

К проблемам, связанным с обучением с помощью подкрепления относятся следующие:

1. В отличие от обучения с учителем, где легко обнаруживается прямая связь между входами и целями, алгоритмы обучения с помощью подкрепления должны быть в состоянии учиться на скалярном сигнале вознаграждения, который часто редкий, шумный и задерживается.

2. Другая проблема заключается в том, что большинство алгоритмов глубокого обучения предполагают, что образцы данных являются независимыми, в то время как при обучении с подкреплением обычно встречаются последовательности высококоррелированных состояний.

3. В обучении с помощью подкрепления распределение данных изменяется по мере того, как алгоритм изучает новое поведение, что может быть проблематичным для методов глубокого обучения, которые предполагают фиксированное базовое распределение [16].

1. Игровая среда и способ сравнения двух методов машинного обучения

Игровая среда представляет собой теннисный стол, разделенный на две части с помощью теннисной сетки (рисунок 2). На каждой стороне расположены теннисные ракетки двух оппонентов. На одной стороне в начале каждого раунда появляется падающий мячик, который нужно успеть отбить. Если мячик падает на стол на стороне оппонента, то игроку засчитывается очко, если мячик выходит за пределы стола, то очко наоборот засчитывается оппоненту. Те же самые правила действительны по

отношению ко второму игроку. Сверху в левом и правом углах указано количество очков каждого из игроков.

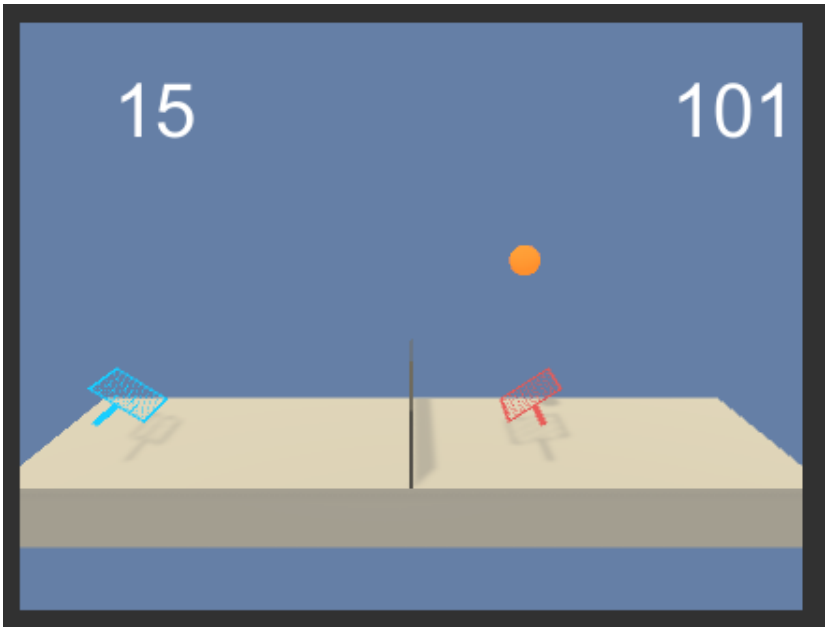


Рис. 1. Игровая среда

В данной статье идет сравнение двух способов машинного обучения: машинное обучение путем имитации и машинное обучение с помощью подкрепления. Сравнение происходит на разных этапах обучения. Происходит это таким образом: сначала две модели обучаются на двух разных способах с минимальным количеством шагов.

В случае машинного обучения путем имитации ракеткой на левой стороне управляет человек (учитель), в то время как ракеткой на правой стороне управляет обучающаяся на действиях учителя модель машинного обучения (ученик). Обучение происходит прямо во время игры. Учитель начинает игру с ничего не умеющим учеником, но через некоторое время ученик начинает повторять действия учителя и обучается успешно противостоять ему.

В случае машинного обучения с помощью подкрепления обеими ракетками управляют разные агенты одной и той же модели. В начале игры оба агента не могут нужным образом отбивать мяч, оба агента двигаются хаотичным образом, и когда один из агентов случайно удачно закидывает мяч и получает вознаграждение, то изменяется сама модель, а значит, второй агент тоже меняет свою тактику.

После того как обе модели обучились, их сопоставляют друг против друга в игре. Когда одна из моделей достигает 100 очков, результат записывается в таблицу (таблица 1). Ту модель которая проиграла, обучают заново, но с бóльшим количеством шагов. Новую модель заново сопоставляют с выигравшей до этого моделью. Далее весь процесс повторяют заново до тех пор, пока это имеет смысл для эксперимента.

2. Результаты сравнения

Таблица 1. **Результаты сравнений. Часть 1**

		Reinforcement Learning						
		RL 1e4	RL 2e4	RL 4e4	RL 6e4	RL 8e4	RL 1e5	RL 2e5
Imitation Learning	IL 5e2	100:44 100:35 100:27	100:21 100:22 100:14	100:37 100:45 100:39	100:25 100:33 100:31	100:28 100:35 100:38	100:40 100:48 100:42	100:88 100:89 100:91

Таблица 2. **Результаты сравнений. Часть 2**

		Reinforcement Learning				
		RL 4e5	RL 6e5	RL 8e5	RL 1e6	RL 2e6
Imitation Learning	IL 5e2	30:100 33:100 28:100	-	-	-	-
	IL 1e3	100:71 100:63 100:65	69:100 82:100 86:100	-	-	-
	IL 2e3	-	28:100 23:100 19:100	-	-	-
	IL 4e3	-	100:83 100:55 100:86	6:100 15:100 12:100	17:100 14:100 14:100	6:100 3:100 6:100
	IL 6e3	-	-	3:100 7:100 5:100	-	-
	IL 8e3	-	-	7:100 6:100 6:100	-	-
	IL 1e4	-	-	8:100 6:100 9:100	-	-
	IL 2e4	-	-	5:100 8:100 9:100	9:100 7:100 7:100	3:100 2:100 3:100

На таблицах 1 и 2 указаны результаты сравнения разных моделей. Слева по вертикали обозначены модели обученные путем имитации, а сверху по горизонтали — модели, обученные с помощью подкрепления. Числа рядом с названиями методов «IL» и «RL» обозначают всеобщее количество шагов выполненных для обучения данной модели. Эти числа записаны в экспоненциальном виде. Цифры после буквы «e» означают степень 10 на которую умножается число перед «e». То есть 5e2 означает 500, а 2e6 означает 2 000 000. Данный формат часто используется при обозначении больших чисел. Далее в работе каждая модель будет называться способом обучения и числом шагов, например «IL 5e2». В самих же ячейках записаны счеты трех игр между двумя моделями.

При первом же запуске модель IL (Imitation Learning) 5e2 оказалась очень эффективной по сравнению с RL (Reinforcement Learning) 1e4. Время обучения IL 5e2 всего 20 секунд (буквально 3-4 раунда), в то время как RL 1e4 обучалась на протяжении 41 секунд при ускоренном времени (обычно при обучении с помощью подкрепления можно ускорить процесс для экономии времени; это возможно, так как человек не участвует в данном процессе). Главное преимущество IL 5e2 это то, что эта модель каждый раз в начале своего хода может отбить свой мяч, в то время как RL 1e4 еще не умеет начинать раунд и часто роняет мяч во время своего хода. Конечно, это не значит, что IL 5e2 совсем не может отбиваться во время защиты. У нее это получается, но только иногда.

По таблице видно, что RL 1e4 больше выигрывает, чем RL 2e4. После наблюдения за игрой можно сделать вывод, что это происходит из-за того, что IL 5e2 часто бьет слишком сильно и мячик уходит за пределы стола, и если в этот момент не отбивать мяч, то очки засчитают именно против IL 5e2. RL 1e4 в основном находится там же, где она появилась — в середине своей части стола, поэтому не отбивает мяч. Модель RL 2e4, возможно, уже успела сделать вывод, что надо держать ракетку на краю стола (чтобы успеть отбить мячик), и поэтому почти все мячи, которые должны были уйти за край стола, отбиваются ракеткой.

Модель IL 5e2 хорошо выигрывает всех оппонентов, начиная с RL 1e4 и вплоть до RL 2e5. Это означает что модель IL обученная в течение 20 секунд может побеждать модель RL которая обучалась целых 16 минут и 46 секунд.

При сравнении IL 5e2 и RL 4e5 модель обученная с помощью подкрепления, наконец, начинает одерживать победу. Но когда ее сопоставляют с IL 1e3, то тут же проигрывает. Из этого можно сделать вывод, что здесь начинается критический отрезок, в котором эффективность двух способов машинного обучения RL и IL примерно равны. При сравнении IL 1e3 и RL 6e5 все снова меняется, как и ожидалось, но при следующем сравнении IL 2e3 и RL 6e5 машинное обучение путем имитации резко проигрывает сопернику. Связано это с одним минусом машинного обучения путем имитации — в данном способе обучения существует риск неправильного обучения самим учителем (как можно увидеть по результатам, чем больше время обучения — тем больше и риск). То есть человеческий фактор играет здесь роль. Модель копирует поведение учителя вместе с его изъянами.

При сравнении IL 4e3 и RL 6e5 IL снова одерживает победу, но после этого способ машинного обучения путем имитации достигает своего «потолка». Сколько бы времени не обучали модели, никакая из них не может справиться с RL 8e5, не говоря уже о RL 1e6 и RL 2e6. Время потраченное на обучение IL 4e3 – 2 минуты 56 секунд, а на обучение RL 8e5 в ускоренном времени — 1 час 3 минуты 7 секунд.

Если сравнить IL 4e3 и IL 2e4, то можно увидеть, что IL 4e3 эффективнее чем IL 2e4. Это может быть связано либо с переобучением, либо с тем, что человек, обучавший эти модели уже не может обучить модели быть еще эффективнее.

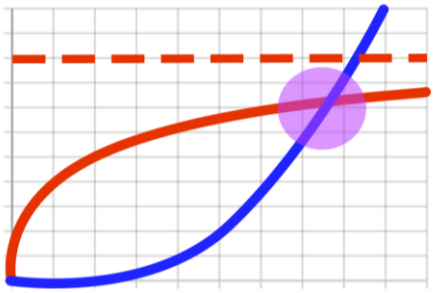


Рис. 2. График эффективности двух способов машинного обучения. Способ обучения путем имитации (красная кривая) и способ обучения с помощью подкрепления (синяя кривая).

В заключении можно сказать что график эффективности двух способов можно визуализировать следующим образом (рисунок 2). В начале, обучение путем имитации резко становится эффективнее обучения с помощью подкрепления. Затем настает момент когда оба способа относительно равны (фиолетовый круг на рисунке). Далее обучение путем имитации упирается в потолок, который определяется тем, насколько эффективен учитель, у которого обучается модель (красный пунктир). Потенциал машинного обучения с помощью подкрепления намного выше. Можно сказать, что эффективность обучения с помощью подкрепления, при наличии достаточного количества времени, может приблизиться к идеалу.

Тем не менее, график на рисунке 2 нельзя воспринимать буквально, так как обучение с помощью подкрепления обучается намного медленнее обучения путем имитации.

Заключение

Была проведена успешная работа по сравнению двух моделей со способами обучения путем имитации и с помощью подкрепления. Были замечены и описаны различные особенности поведения двух моделей на разных этапах обучения. Был составлен визуализирующий график эффективности обоих способов обучения (рисунок 2).

Соотношение эффективности двух способов обучения будет разниться от проекта к проекту, но общая структура остается такой же. Поэтому можно сказать, что обучение путем имитации целесообразно использовать в тех случаях, когда:

1. Когда имеется мало времени на обучение и нужны быстрые результаты.
2. Когда нужен не идеальный искусственный интеллект, а реалистичный искусственный интеллект со своими слабостями и промахами.

3. Когда нужно именно скопировать поведение у чего-нибудь (произвести эффект клона).

Обучение с помощью подкрепления можно использовать в тех случаях, когда:

1. Когда нужен идеально работающий искусственный интеллект с максимальной эффективностью.

2. Когда есть достаточное время для обучения модели. В данной статье понадобилось около 1 часа обучения для достижения минимальной работоспособности модели.

3. Когда нет возможности обучить модель самому. Когда не хватает умений или возможности показать модели самый оптимальный вариант действий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А.М. Абсадык. Разработка интеллектуальной системы построения трехмерной модели человека. Вестник КазНИТУ. 2019. №5. с. 190-194

[2] А. Ережепбеков. Расчет предупреждения лобового столкновения автомобилей и система предотвращения столкновений. Вестник КазНИТУ. 2019. №4. с. 428-432

[3] Cristina Conati, Kaska Porayska-Pomsta, Manolis Mavrikis. AI in Education needs interpretable machine learning: Lessons from Open Learner Modelling [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2018. URL: https://arxiv.org/pdf/1807.00154.pdf

[4] Yue Zheng. Reinforcement Learning and Video Games [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2019. URL:https://arxiv.org/pdf/1909.04751.pdf

[5] Justesen N., Duque M.G., Jaramillo D.C., Mouret J.B., Risi S. Learning a Behavioral Repertoire from Demonstrations, [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2019. URL:https://arxiv.org/pdf/1907.03046.pdf

[6] Viktor Voss, Liudmyla Nechepurenko, Dr. Rudi Schaefer, Steffen Bauer. Playing a Strategy Game with Knowledge-Based Reinforcement Learning [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2019. URL:https://arxiv.org/pdf/1908.05472.pdf

[7] Yan Zheng, Ruimin Shen, Jianye Hao, Yinfeng Chen, Changjie Fan. Diverse Behavior Is What Game AI Needs: Generating Varied Human-Like Playing Styles Using Evolutionary Multi-Objective Deep Reinforcement Learning [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2019. URL:https://arxiv.org/pdf/1910.09022.pdf

[8] Christian Thurau, Gerhard Sagere, Christian Bauckhage. Imitation learning at all levels of Game-AI. Conference: Proc. Int. Conf. on Computer Games, Artificial Intelligence, Design and Education 2004

[9] Takayuki Osa, Joni Pajarinen, Gerhard Neumann, J. Andrew Bagnell, Pieter Abbeel, Jan Peters. An Algorithmic Perspective on Imitation Learning. [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2018. URL:https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1811/1811.06711.pdf

[10] Faraz Torabi, Garrett Warnell, Peter Stone. Recent Advances in Imitation Learning from Observation. Proceedings of the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2019), Macao, China, August 2019

[11] Ahmed Hussein, Mohamed Medhat Gaber, Eyad Elyan, Chrisina Jayne. Imitation Learning: A Survey of Learning Methods. ACM Computing Surveys, vol.50. 2017

[12] Wanyu Du, Yangfeng Ji. An Empirical Comparison on Imitation Learning and Reinforcement Learning for Paraphrase Generation. [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2019. URL: https://arxiv.org/pdf/1908.10835.pdf

[13] Brenna D Argall, Sonia Chernova, Manuela Veloso, and Brett Browning. 2009. A survey of robot learning from demonstration. Robotics and autonomous systems 57, 5 (2009), 469–483

[14] Kerstin Dautenhahn and Chrystopher L Nehaniv. 2002. The correspondence problem. MIT Press.

[15] Stefan Schaal, Auke Ijspeert, and Aude Billard. 2003. Computational approaches to motor learning by imitation. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 358, 1431 (2003), 537–547.

[16] Playing Atari with Deep Reinforcement Learning. 2013. Volodymyr Mnih, Koray Kavukcuoglu, David Silver, Alex Graves, Ioannis Antonoglou, Daan Wierstra, Martin A. Riedmiller.

Әбдіразах А.М., Куандыкова Д.Р.

Оқытуды және нығаю арқылы машиналық оқытуды ойын мысалында салыстыру

Түйіндеме. Бұл мақала компьютерлік ойын ортасында қолданылатын машиналық оқыту тақырыбына арналған. Машиналық оқытудың екі түрі: еліктеме арқылы машиналық оқыту және нығаю арқылы машиналық оқыту жан жақты қаралып шықты. Бір-неше модельдер екі тәсіл арқылы виртуалдық үстел теннисын ойнауға оқытылып, оқытудың әр-түрлі кезеңдерінде бір-бірімен салыстырылды. Бұл мақалада бір тәсіл екінші тәсілден қандай жағдайларда тиімдірек болатынын білуге және қай арада бір тәсіл екінші тәсілден тиімдірек болып кететінін білуге әрекеттер жасалған.

Түйін сөздер: жасанды зият, машиналық оқыту, еліктеме арқылы оқыту, нығаю арқылы оқыту, нейрондық желі.

УДК 658.5.012.14

A. Aldiyarov [1], A. Akylbayeva [1], D. Sokolov [1], Y. Strzhmechnyi [2], D. Moldybayev [3]
([1] al-Farabi Kazakh National University, Scientific-Research Institute of Experimental and Theoretical Physics, Almaty, Kazakhstan
[2] Texas Christian University, Department of Physics and Astronomy, Fort Worth, TX 76129, USA
[3] L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan)
e-mail: aigerimakylbayeva@gmail.com

IMPLEMENTATION OF ISO 5725 STANDARDS IN MEASURING LABORATORIES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN FOR ASSESSING THE ACCURACY OF RESULTS

Abstract The study of indicators that affect the variability of the measurement result is a priority in metrology and standardization. In turn, factors such as time, equipment, calibration, operators and environmental parameters can influence the variability of measurement results. The standards in the ISO 5725 series describe in detail how to evaluate these factors. As a result of the work, the main goals were revealed, for which it is necessary to implement GOST R ISO 5725 in the measuring (testing) laboratories.

Key words: methods, result, calibration, testing laboratories

А.Алдияров [1], А. Ақылбаева [1], Д. Соколов [1], Ю. Стржмечный [2], Д. Молдыбаев [3]
([1] әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,
Эксперименттік және теориялық физика ҒЗИ, Адматы, Қазақстан
[2] Texas Christian University, Department of Physics and Astronomy, Fort Worth, TX 76129, USA
[3] Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Султан, Қазақстан)
e-mail: aigerimakylbayeva@gmail.com

СТАНДАРТТАРЫН ЕНГІЗУ ИСО 5725 ҮШІН БАҒАЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІНІҢ ДӘЛДІГІН ӨЛШЕУ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЗЕРТХАНАЛАРЫ

Андатпа. Өлшеу нәтижесінің өзгергіштігіне әсер ететін көрсеткіштерді зерттеу метрология мен стандарттаудың бас бағыты болып табылады. Өз кезегінде уақыт, жабдық, калибрлеу оператор және қоршаған орта параметрлері сияқты факторлар өлшеу нәтижелерінің өзгеруіне әсер етуі мүмкін. ISO 5725 сериясындағы стандарттар осы факторларды қалай бағалау керектігін егжей-тегжейлі сипаттайды. Жұмыстың нәтижесінде өлшеу (сынау) зертханаларында ГОСТ Р ИСО 5725 енгізу қажет болатын негізгі мақсаттар анықталды.

Маңызды сөздер: әдіс, нәтиже, калибрлеу, сынақ зертханалары

Кіріспе

ГОСТ Р ИСО 5725-2002 «Өлшеу әдістерінің және нәтижелерінің дәлдігі (растығы және прецизиондығы)» халықаралық стандарты өлшеу нәтижелерін басқару және бақылау кезінде әдістердің сапалық көрсеткіштерін қолдануға бағытталған [1].

Бұл стандарт 6 бөліктен тұрады, олар 1 – Кестеде көрсетілген.

1-кесте. **ИСО 5725 стандарт сериялары**

Стандарттың нөмірі	Стандарттың атауы	Негізгі міндеті
1	Негізгі ұғымдар мен анықтамалар	Өлшеу әдістері мен нәтижелерін қолдану кезінде олардың дәлдігін (растығын және прецизиондығын), сондай-ақ әртүрлі дәлдік көрсеткіштерін бағалау үшін, эксперименттерді жоспарлау кезінде ескеру үшін қажетті негізгі ойларды баяндайды
2	Стандартты өлшеу әдісінің қайталануы және жаңғыртылуы анықтау әдістерінің негізгіздері	Негізгі эксперименталды әдістердің нәтижелерінің қайталанғыштығын (жинақтылығының) және жаңғыртылуын бағалап реттейді
3	Стандартты өлшеу әдісінің прецизиондық аралық көрсеткіштері	Нақты әдістер мен өлшеу нәтижелерінің аралық прецизиондық көрсеткіштерін алу, оларды қолдану шарттары мен бағалау әдістерін анықтайды

4	Стандартты өлшеу әдісітердің растығын бағалайтын негізгі шарттар	Өлшеу әдістері мен нәтижелерінің растығын анықтап, негізгі тәсілін реттейді
5	Стандартты өлшеу әдістердің прецизиондығын альтернативті әдістермен анықтау шарты	Бірнеше негізгі альтернативті әдістерінің прецизиондығын және растығын өлшеу нәтижелерінде қолдануын реттейді
6	Дәлдік мәнін өлшеу тәжірибесінде қолдану	Растық және прецизиондық бірнеше белгілерін өлшеу тәжірибесінде қолданады.

ИСО 5725 стандарты қателіктердің сиппатамаларын және оның құрамдастарын зертханада қолданылатын әдістерде бағалауға көмек береді.

Бұл жағдайда стандартты әдістемелерге қосалқы қателіктердің сипаттамаларын және оның құрамдастарын объективті түрде анықтауға болады.

Нәтиже мен талқылас

ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2019-мен өзара байланыстырып ИСО 5725 стандартын енгізуі зертханалардағы сапа бойынша нұсқаулықтарда өлшеу әдістерін және өлшемдердің тұрақтылығын бақылайтын талаптарын көбейтуге жол береді. ИСО 5725 стандартын енгізуі өлшеу зертханаларда және сынау зертханаларында әр түрлі аккредиттеу жүйелерінің өлшеу әдістерінің арасындағы қайшылықтарды жояды [2,3].

ИСО 5725 жаңа анықтамаларды енгізеді: «растық» (trueness) және «прецизиондық» (precision) осыдан бұрын бұл анықтамалар отандық нормативті құжаттарда қолданылмаған.

Метрология практикалық қызметінде сәйкестікті дәлдеу, сынау зертханалардың құзіреттілікті бағалау стандартты өлшеу әдістерінің прецизиондық көрсеткіштерінің бірі болып саналады. Дәлдік атау мағынасын қарағанда бұл растық пен прецизиондық қатар жұмыс істеуі.

Сонымен қатар сынақтар мен өлшемдерді әр түрлі зертханаларда жасағанда «жинақтылық» және «жаңғыртылу» деген сөздерді ескеру керек. Осы сөздердің мағынасын ашу үшін «прецизиондық» терминін қолдану керек, бұл өлшемдердің бір біріне жақындығын білдіреді. Бұл термин ГОСТ Р ИСО 5725 ең маңызды болып саналады, осыға дейін отандық метрологияда қолданылмаған термин [4-8].

Сонымен қарай «прецизиондық» өлшем құралына емес өлшемнің өзіне қатысты екененін өте айқын көрсетеді. ГОСТ Р ИСО 5725-1 келесі мағыналар берілген:

Растық (trueness) – өлшеу нәтижелерінің үлкен сериялары негізінде алынған орташа мәнін қабылданған эталондық мәнге жақындық дәрежесі.

Прецизиондық (precision) – нақты реттелетін жағдайларда алынған тәуелсіз өлшеу нәтижелерінің бір-біріне жақындық дәрежесі.

Қайталанушылық (жинақтылық) (repeatability) - прецизиондық қайталанушылық жағдайында, өлшемдердің тәуелсіз нәтижелерін (немесе сынақтарды) бірдей әдіспен бірдей сынақ объектілерінде, дәл сол зертханада, дәл сол жабдықты қолдана отырып, дәл сол операторомен қысқа мерзім ішінде алынады.

Жаңғыртылулық (reproducibility) – прецизиондық жағдайнда, өлшеу нәтижелерін (сынақ нәтижелерін) бірдей әдіспен, ұқсас өлшем объектілерінде, әртүрлі зертханаларда, әртүрлі операторлармен, әртүрлі өлшем құралдарымен алады [1].

Соңғы екі мәтін бір біріне қарама қарсы, оларды біріктіретін жалғыз нәрсе - бірдей сынақ объектілері мен әдістер. Бірақ осы екі мәтін зертханалардың арасында салыстыру жұмыстарын өткізуге қажет.

«Жинақтылық» және «жаңғыртулық» өлшем нәтижелерінің нақтығын білдіреді. «Қайталанушылық» термині де бірінші рет енгізілген, бірақ оған «жинақтылық» деген термині отандық стандарттарында сәйкес келеді.

ИСО 5725 стандарты өлшеу сапасын қамтамасыз ету процедурасына айтарлықтай өзгеріс енгізетініне орай, сынақ зертханасының негізгі тапсырмасы болып ішкі зертханалық сапа бақылау рәсімдерінің ИСО 5725 бойынша толық зерттеу мен енгізу табылады [9].

Зертханалар тәжірибесіне ИСО 5725 стандарттарының негізгі енгізу бағыттары ретінде келесілерді атайды:

- өлшеуді орындау методикасы сапасын бағалау халықаралық ережелерін тура қолдану;

- тұтынушы мен қызмет орындаушы немесе жеткізуші мен өнімді қабылдаушы арасындағы даулы жағдайларды шешу;
- ішкі зертханалық өлшеу нәтижесінің сапа бақылауы;
- зертхананың ұдайы қатесін орнату (ГОСТ Р ИСО 5725-1 т. 3.9) және аралық прецизиондықты жағдайында тұрақтылықты бақылау;
- зертханалардың дәлдікті бағалау эксперименттеріне қатысуы, сонымен қатар болашақ стандарттауына;
- ГОСТ Р ИСО 5725-5 [3] базасында өлшемдерді орындау әдістемелерін ойластыру.

ГОСТ Р ИСО 5725 стандартын зертханаларға енгізудің негізгі шаралары зерттеу және орны мен процедураны игеруге бағытталған болу керек. Олар ИСО 5725-1 және ИСО 5725-6, сонымен қатар ИСО 5725-2, ИСО 5725-3, ИСО 5725-4 стандарттарында көрсетілген.

ГОСТ Р ИСО 5725-1 т. 3.16 мен т. 3.20 көрсетілген «қайталанудың шегі» және «қосылудың шегі» сияқты терминдері екі өлшеудің нәтижелері арасындағы шектеулерге тікелей қатысты екенін стандартты енгізу кезінде ұмытпаған жөн. Аталған стандарттарға сәйкес, қайталану кезінде алынған екі нәтиже арасындағы сәйкессіздік қайталану шегінен аспаса рас болып табылады. Олар өлшеу әдісінде немесе өлшемдерді орындау әдістемелерінде орнатылады. Соңғы нәтиже ретінде екі өлшем нәтижелерінің орта арифметикалық мәні алынады [1].

Өкінішке орай, ИСО 5725 стандартының жағдайы қолданылатын стандарттарда және өлшемдерді орындау әдістемелерінің құжаттарында ескерілмеген.

Өлшемдердің орындалу процедурасын реттеу стандарттарында көбінесе кем дегенде үш өлшем жасайды, соңында нәтиже ретінде үш өлшемнің қателігінің арифметикалық ортасын алады. Орын алатын ауытқулар үш немесе одан да көп нәтиже арасында абсолюттік емес өзгешеліктер арқылы көрсетіледі [2, 10, 11].

Осылайша болатын ауытқулар параллельді анықтау ауытқуларға жатпайды. Ол әрдайым орнатылған сенімділік ықтималдығының абсолютті мәні болуы керек және ИСО 5725-1 бойынша қайталану шегі ретінде қарастырылуы тиіс.

Егер стандартта әр түрлі зертханаларда бақылау әдістерінің нәтижелерін қабылдау болжамдаса және бақылау нәтижесінде орындаудың шегі асып кетсе, зертханалардың біреуінде нәтижелердің аз қайталануынан немесе тексеріліп жатқан объектілердің айырмашылығынан асып кеткен себебін анықтау керек.

Қорытынды

ГОСТ Р ИСО 5725 стандартын енгізу – объективті тағайындауының мәні стандартталатын өлшеу әдістерінің ауытқу сипаттамасы мен тексеру зертхананың құзыреттігін растау, осы стандарттар өлшеу әдістері мәнінің мағынасын, ауытқуды құрайтын сипаттама номенклатурасын айқындады, процедуралар талап жүйесі және оларды бағалауда акценттерді сәйкестендірді, ішкі зертханалық бақылау өлшеу нәтижелерінің дәлдігі әдістерді қолданады. Бұл стандарттар маңызды ГОСТ ИСО/МЭК 17025 стандартымен қатты байланысты, аккредитация кезінде тексеру және өлшеу зертханалардың құзыреттігін қабылдағанда керек. ГОСТ ИСО/МЭК 17025 құзыреттік талаптары шеңберінде өлшеу нәтижелері зертхана ішінде тұрақтылығының бақылауына ерекше мән береді, ал оның процедуралары зертхана сапасының Басшылығында жазылуы тиіс. ГОСТ Р ИСО 5725 стандарттары өлшеу нәтижелері тұрақтылығының бақылауын қамтиды, ал олар болса ішкі зертханалық көрсеткіштер бақылауы (аралық прецизионды) және зертхана ұдайы қателігін бақылауын нақты өлшеу әдісін қолданған кезде қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения [Текст]: – Введ. 2002 -23-04. –М.: Изд-во стандартов, 2002.

[2] Н.А. Циркунова, Л.В. Полякова. Анализ факторов влияющих на изменичивость результатов измерений согласно ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002.

[3] ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 – 2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий [Текст]: – Введ. 2019. М.: Изд-во стандартов, 2019.

[4] ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений [Текст]: – Введ. 2002 -23-04. –М.: Изд-во стандартов, 2002.

[5] ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений [Текст]: – Введ. 2002 -23-04. –М.: Изд-во стандартов, 2002.

[6] ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений[Текст]: – Введ. 2002 -23-04. –М.: Изд-во стандартов, 2002.

[7] ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений[Текст]: – Введ. 2002 -23-04. –М.: Изд-во стандартов, 2002.

[8] ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике[Текст]: – Введ. 2002 -23-04. –М.: Изд-во стандартов, 2002.

[9] Республика Казахстан. Закон. Об обеспечении единства измерений: нац. закон: URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1018417#pos=5;-160]. - [принят правительством РК от 7 июня 2000 г.]. – [с изм. и доп. От 29.10.2015 г.] – гл.4 ст.20. – (Актуальный закон).

[10] А.Д. Никифоров, Т.А. Бакиев. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. Пособие/ – 3-е изд. Испр. – М.: Высш.шк., 2005.-422 с.: ил. ISBN 5- 06-004078-X

[11] Н.П. Пикула; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 185 с.

[12] Жұмыс AP05130123 гранты, ҚР БҒМ 2018-2020 ж. іргелі зерттеу Бағдарламасының қаржылық қолдауымен орындалды.

Алдияров А., Акылбаева А., Соколов Д., Стржмечный Ю., Молдыбаев Д.

Внедрение стандартов ИСО 5725 для оценивания точности результатов в измерительных лабораториях Республики Казахстан

Резюме. Исследование показателей, которые оказывают влияние на изменчивость результата измерений, является приоритетным направлением метрологии и стандартизации. В свою очередь на изменчивость результатов измерений могут влиять факторы: время, оборудование, калибровка, оператор и параметры окружающей среды. Стандарты серии ИСО 5725 подробно описывают как оценивать данные факторы. В результате работы были раскрыты основные цели, для чего нужно внедрять в измерительные (испытательные) лаборатории ГОСТ Р ИСО 5725

Ключевые слова: метод, результат, калибровка, испытательные лаборатории

УДК 697.329

Zh. A. Aman, M. K. Asembaeva
(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: zhanbolat1@mail.ru

RESEARCH AND REDUCTION OF THE DISTRIBUTION OF TPP EMISSIONS IN THE ATMOSPHERE

Annotation. The quality of electricity (CEE) is a key basis for economic growth and increased productivity levels. A home is the basis of a comfortable stay of people. Many processes depend on uninterrupted power supply. One of the main tasks to be solved in the organization of the energy system is to provide high-quality and uninterrupted power supply to consumers to improve reliability. In the dissertation work the questions of increasing the reliability of the city power supply system on the example of a cottage town are considered

Key words: thermal power plant, mathematical model, power supply, automatic reserve input, thermal energy, electrical energy.

Ж. А. Аман, М. Қ. Асембаева

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ КОТТЕДЖНОГО ГОРОДКА

Аннотация. Качество электрической энергии (КЭЭ) является ключевой основой для экономического роста и повышения уровней производительности. А жилище является основой хорошего проживания людей. Множество процессов зависит от бесперебойного электропитания. Одной из основных задач, решаемых при

работе энергетической системы, является обеспечение качественного и бесперебойного электроснабжения потребителей для повышения надежности рассмотрены вопросы повышения надежности системы городского электроснабжения на примере коттеджного городка.

Ключевые слова: ТЭС, математическая модель, электроснабжения, автоматический ввод резерва, тепловая энергия, электрическая энергия.

Кратковременные нарушения электроснабжения опасны, прежде всего, для энергопредприятий со сложными технологическими процессами, широко использующими средства автоматизации для решения своих задач. На работу высоковольтных двигателей, низковольтных двигателей приводов, насосов, устройств управления элементами электротехнических систем и технологических процессов этих предприятий оказывают влияние краткие по продолжительности провалы питающего напряжения [1-3].

Кратковременные нарушения электроснабжения происходят десятки раз в год и приводят к значительному экономическому ущербу, даже если их длительность составляет десятки миллисекунд. В такой ситуации решение проблемы надежности электроснабжения [4] все чаще возлагается на потребителей электроэнергии.

Традиционно в электрических сетях для борьбы с перерывами в электроснабжении применяются устройства автоматического включения резервного источника питания [5]. В качестве пускового органа в этих устройствах, как правило, используется орган минимального напряжения. Несмотря на то, что потребителям нужно как можно быстрее получить электропитание, необходимо замедлять срабатывание пускового органа резервного источника питания для предотвращения его излишнего действия при коротком замыкании на смежных участках сети и при действии устройств автоматического повторного включения питающих линий [6]. В результате, выдержка времени на действие резервного источника питания может достигать нескольких секунд [7].

Такая выдержка времени действия резервного источника питания недопустима, если поставленная задача сохранить непрерывность сложных технологических процессов на промышленных предприятиях, так как в результате происходит выпадение из синхронизма синхронных двигателей, опрокидывание асинхронных двигателей, отключение контакторов и пускателей напряжением 380 В, отключение частотно – регулируемых приводов и установок электроцентробежных насосов, сбои в работе другой ответственной нагрузки и систем управления.

Классификация потребителей по способу сохранения их функциональных возможностей при кратковременных нарушениях электроснабжения.

- Высоковольтные (напряжением 6…10 кВ) электрические двигатели. Во время кратковременных нарушений электроснабжения электродвигателя тормозятся, а после восстановления нормального электроснабжения могут потреблять из сети токов (5…7) $I_{ном}$ в основном за счет реактивной составляющей. Увеличение потребителя реактивной мощности из сети приводит к снижению напряжения в сети и на двигателях после кратковременного нарушения электроснабжения, которое и может служить причиной нарушения функциональных возможностей двигателей.

Исследования показывают, что успешный самозапуск двигателей с традиционным резервным источником питания возможен при суммарной мощности двигателей 0,2 … 0,3 от мощности питающего трансформатора, а суммарная мощность электродвигательной должна быть соизмерима с мощностью трансформатора .

- Низковольтные (напряжением 380 В) электрические двигатели. Значительную часть таких двигателей составляют асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, у которых особых проблем с самозапуском нет. Однако эти двигатели подключаются к сети магнитными пускателями, которые удерживаются во включенном состоянии электромагнитами, подключенными к силовой сети. При провалах напряжения (в период кратковременных нарушений электроснабжения) происходит массовое отключение электрических двигателей, что может служить причиной нарушений технологических процессов производств.

- Устройства управления элементами электротехнических систем (например, частотными преобразователями) и технологических процессов производства. Такие устройства основное питание получают от электрической сети, а допустимая длительность перерыва их электроснабжения составляет $t_{доп}$<0,1с. Поэтому любой провал напряжение вызывает нарушение функционирования систем управления, которые приводят, в конечном итоге, к нарушению технологических процессов производств.

Эффективно решает проблемы кратковременных нарушений электроснабжения применение систем быстродействующего автоматического ввода резерва, позволяющих осуществить почти мгновенный переход на резервный источник питания [7]. Основные элементы быстродействующего автоматического ввода резерва, определяющее его эффективность и быстродействие, - это пусковое устройство и коммутационные аппараты, выполняющие переключения [7].

Предлагается следующая реализация микропроцессорного быстродействующего автоматического ввода резерва, показанная на рисунке 2.1 [8], для схема , состоящей из двух параллельно работающих трансформаторов секционную систему шин, от которой питаются асинхронные двигатели [9].

Дополнительно выводятся параметры статистической обработки контактного нажатия в расчетных пролетах: среднее значение, стандартное отклонение, экстремальные значения, строится гистограмма контактного нажатия. Кроме того, выводятся значения максимального отжатия контактного провода под фиксаторами и процент искрений, процент потери контакта [10].

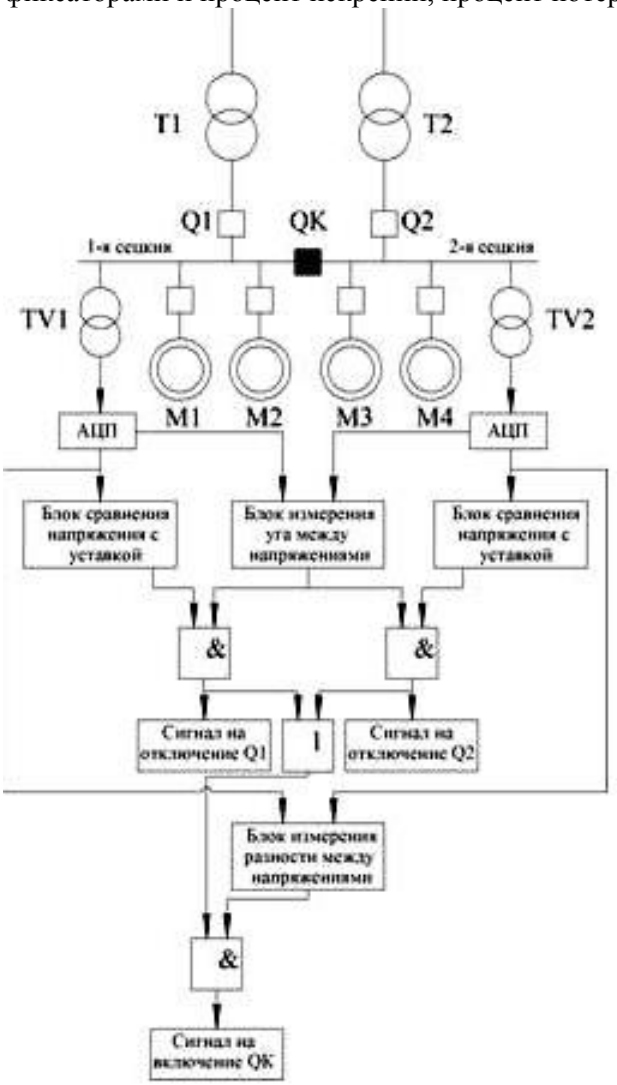


Рис.1.1. Структурная схема реализации микропроцессорного устройства быстродействующего автоматического ввода резерва

В схему, представленную на рисунке 1.1 входят:

- аналого- цифровые преобразователи [11] ;
- блоки сравнения напряжений с уставками;
- блок измерения угла между векторами напряжений первой и второй секций;
- блок измерения разности между напряжениями первой и второй секций;
- логические блоки «И» и «ИЛИ».

Работа аналого – цифровых преобразователей в данной схеме основана на представлении синусоиды в виде ступенчатого сигнала [12]. Сигнал напряжения, полученного после обработки в аналого – цифровом пребобразователе, представлена на рисунке 1.2.

Работа блока измерения разности между напряжениями аналогична работе блока измерения угла между напряжениями

Моделирование поведения контактной подвески при изменении внешних воздействий выполняется с целью проверки параметров узлов в различных условиях эксплуатации с учетом влияния климатических факторов (изменение температуры, воздействия ветра и гололеда), а также износа контактного провода [8].

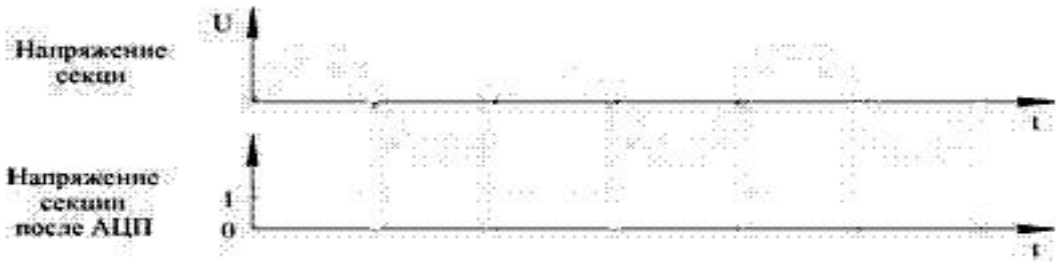


Рис. 1.2. Сигнал напряжения полученного после обработки в аналого – цифровом преобразователе

Работа блока измерения угла между напряжениями заключается в измерении разности между ступенчатыми сигналами первой и второй секций и по длительности сигнала разности определении величины угла между напряжениями обоих секций. Если величина угла между секциями становиться равной 90^0, то на выходе появляется сигнал «1», если величина угла менее 90^0, то сигнал на выходе будет «0». Диаграммы работы этого блока показаны на рисунке 1.2 Работа блока измерения разности между напряжениями аналогична работе блока измерения угла между напряжениями] .

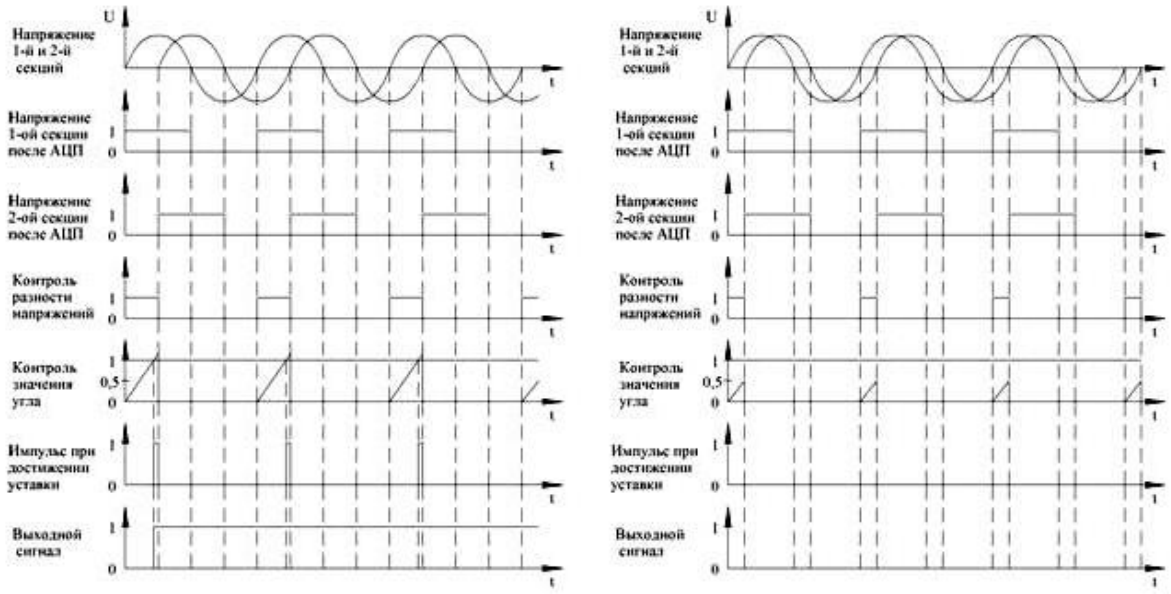


Рис. 1.3. Диаграммы работы блока измерения угла между напряжениями:

а – при сдвиге между векторами на 90^0;
б – при сдвиге между векторами на 45^0.

В нормальном режиме секции питаются от своих трансформаторов Т1 и Т2 и устройство быстродействующего автоматического ввода резерва не приходит в действие из за сигнала «0» от блоков сравнения напряжения с заданной уставкой [11].

Более подробные технические характеристики устройств, входящих в состав системы быстродействующего автоматического ввода резерва [10] приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. **Технические характеристики устройств, входящих в состав системы быстродействующего автоматического ввода резерва**

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение распределительного устройства, кВ	6(10)
Номинальный ток вакуумных выключателей ВВ/TEL -10-31,5/2000_Q, А	2000
Номинальный ток отключения вводных вакуумных выключателей ВВ/TEL – 10-31,5/2000_Q, кА	31,5
Коммутационный ресурс вакуумных выключателей ВВ/TEL – 10-31,5/2000_Q, циклов	30000
Время включения вакуумного выключателя ВВ/TEL – 10 -31,5/2000_Q,мс	20
Время отключения вакуумного выключателя ВВ/TEL – 10-31,5/2000_Q,мс	8
Время разпознования команды блоком управления СМ_1501_01(4),мс	4
Время срабатывания реле управления быстродействующего автоматического ввода резерва	8
Полное время переключения с основного ввода на резервный, мс, не более	50

Для указанного быстродействующего автоматического ввода резерва, построенного на цифровых системах обработки входных величин, время реакции на несимметричные внешние короткие замыкания сократилось до 6…15мс [12].

После проведенного монтажа шкафа управления устройства быстродействующего автоматического ввода резерва и установки вакуумных выключателей ВВ/TEL-10-31,5/2000Q [12] на выкатные элементы ячеек 6(10) кВ были проведены испытания и моделирование режимов короткого замыкания и пропадания питающего напряжения на одной из секций при помощи программного комплекса PSCAD и программно – технических комплексов РЕТОМ – 61 и РЕТОМ – 51.

В результате испытаний было подтверждено, что собственное время включения выключателя не превышает 22 мс, а собственное время отключения не более 8мс. При этом собственное время реакции микропроцессорного пускового устройства быстродействующего ввода резерва изменялось в диапазоне от 11 до 15 мс, а полное время переключения на резервный источник питания - в диапазоне от 34 до 38мс в зависимости от вида имитируемого режима работы первичной сети.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Правило устройства электроустановок. РК-А., 2012г.

[2] Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стубунова.- М.: Форум, НИЦ ИНФРА – М, 2012.

[3] Независимо взаимно резервирующиеся источники питания, http://bouw.ru/article/kategoriya-nadezhnosti-elektrosnabzheniya-potrebiteley.

[4] Радкевич В.Н., Проектирование систем электроснабжения , 2007.

[5] Дорофейник А.Н., Пути повышения надежности ,Гродко, Ггу, 2007.

[6] Строительные нормы и правила, СНиП РК, 2008.

[7] Принципиальная схема электроснабжения города, http://leg.co.ua/arhiv/podstancii/elektrosnabzhenie-gorodov.html

[8] Стандарт сети и системы на подстанциях, 2010.

[9] Электромеханические устройства, Строительные нормы и правила, СНиП РК, 2008г.

[10] Автоматизированная система учета электроснабжения, Астана ,2010.

[11] Монаков В.К. Устройства защитного отключения как эффективное средство предотвращения возгораний и пожаров// Пожарная безопасность2003

[12] ГОСТ 51321, Устройства комплектные низковольтные распределения и управления, Госстандарт РК 2007.

Аман Ж. А., Асембаева М. Қ.

Коттедж қалашығын электрмен жабдықтау сенімділігін арттыру

Түйіндеме. Электр энергиясының сапасы (КЭЭ) экономикалық өсу мен өнімділік деңгейін арттыру үшін негізгі негіз болып табылады. Ал тұрғын үй адамдардың жайлы тұруына себепші болып табылады. Көптеген процестер үздіксіз электр қуатына байланысты. Энергетикалық жүйенің жұмысын ұйымдастыру кезінде шешілетін негізгі міндеттердің бірі тұтынушыларды сапалы және үздіксіз электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету болып табылады.

Түйінді сөздер: ЖЭС, математикалық модель, электрмен жабдықтау, автоматты резерв енгізу, жылуэнергиясы, электрмен жабдықтау сенімділігін арттыру, зерттеу

УДК 007.52.004.8

S. Adilzhanova, N.Toiganbaeva, A.Berdygulova, N. Mekebay
(Abylay Khan Kazakh University of International Relations and World Languages, Almaty, Kazakhstan
Institute of Cybernetics and Information Technology, Satpaev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: asaltanat81@gmail.com)

MODERN THEORETICAL PROBLEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract The development of artificial intelligence, intelligent systems, and other areas helps reduce a number of these complex problems. At present, the creation of intelligent system programs that cannot be developed without managing complex systems is an important measure. The deep introduction of computer technology and computer programs in all spheres of society, the embodiment of fantasy in fantastic works, and today a significant contribution to the facilitation of human labor indicates the importance of high training of professional specialists in intelligent systems, the scope and capabilities of which are growing over time.

Keywords: information technology , digital signature , cryptology and secret writing .

С.А. Адилжанова, А.Д .Бердыгулова, Н.А. Тойганбаева, Н.А. Мекебай
(Абылайхан атындағы ҚазХҚ және ӘТУ,
Сәтбаев Университеті)

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІҢ ҚАЗІРГІ ТЕОРИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Түйіндеме. Жасанды интеллект, интеллектуалды жүйелер және оның басқа да бағыттарының дамуы осы күрделі мәселелер қатарын азайтуға көмегін тигізеді. Қоғам дамуы күрделі жүйелерді басқаруынсыз мүмкін емес болып отырған қазіргі уақытта интеллектуалды жүйелер бағдарламаларын құру — маңызды шара. Қоғамның барлық салаларында компьютерлік техниканың, компьютерлік бағдарламалардың тереңінен енгізілуі, қиял ғажайып шығармалардан бастауын алып бүгінде адам еңбегінің жеңілдеуіне өз үлесін тигізуі қолданыс аймағы мен мүмкіндіктері уақыт өткен сайын артып келе жатқан интеллектуалды жүйелер бойынша кәсіби мамандардың жоғары даярлығы болуының маңыздылығын көрсетіп отыр.

Түйін сөздері: ақпараттық технологиялар, жасанды интеллект , логикалық бағдарламалау.

Кіріспе

Қоғамда ақпараттандыру, есептеу техникасы құралдары кеңінен таралуымен байланысты, оқу процесін ұйымдастыруға, сол сияқты білім берудің мазмұнын өзгертуге де елеулі ықпал жасайды. Қазіргі заманғы оқыту интелектуалдық ерекшеліктеріне сүйене отырып білім беруді жаңа инновацияларды пайдалануды кажет етеді.Соңғы жылдары компьютерлік телекоммуникациялық техниканың және технологияның рөлі мен орны түбегейлі өзгерді.Қазіргі технологияның дамуы мен оның қолданылуының деңгейі материалдық базасының дамуымен ғана емес, оның жаңа білімді туындату, игеру және қолдана білу қабілеті мен де анықталады.Бүгінгі таңда ақпараттық коммуникациялық технологияларды оқу үрдісінде қолдану әлемдік ақпараттық - коммуникациялық білім беру кеңістігіне қосылуды қамтамасыз етеді.

Мақсат: студенттердің тапсырмаларды шешу кезінде логикалық бағдарламалау тілінің құралдарымен шектелген адам ойлауының ақпараттық-логикалық үлгілерін құру үшін қажетті дағдылар туралы түсінігін қалыптастыру.

Міндет**:** Жоғарғы оқу орынында ақпараттық технологиялардың негізгі бағдарламалық-әдістемелік кешенін қолдану мазмұны мен әдістемесін білу.

Қазіргі кезде программистің жұмыс істеу сапасы дәрежесі интеллектуалдық жүктеудің көп бөлігін компьютерлер орындағанда ғана жоғары болады.Осы жағдайда жоғарғы дәрежеде прогреске қол жеткізу үшін “Жасанды интеллект” әдісі қолданылады, мұнда компьютер бір типті және қайта-қайта жасала беретін операцияларды ғана орындамайды, сонымен қатар өзі де үйренеді. Бұған қоса толық қанағаттандыратын “жасанды интеллектіні” құру адамзатқа дамудың жаңа деңгейлері ашады.

Жасанды интеллект (*artificial intelligence*) – ЖИ (*AI*) автоматты жүйелердің адам интеллектісінің бөлек бір функцияларын атқаруын айтады.ЖИ(Жасанды интеллекті) әр жағынан зерттеу тарихи түрде қалыптасты, олар бір бірінен тәуелсіз түрде дамыды, тек ақырғы кезде ғана олардың жақындасуына жол ашылды: құрылымдық, имитациалық, логикалық, эволюциалық.Жасанды интеллект (*artificial intelligence*) – ЖИ (*AI*) автоматты жүйелердің адам интеллектісінің бөлек бір

функцияларын атқаруын айтады. Мысалы, ертерек алынған тәжірибе және сыртқы әсерлерді рационалды талдау негізінде тиімді шешімдерді таңдау және қабылдау,интеллект деп мидың қабылдау, еске сақтау және бағытталған түрде білімді оқу барысында түрлендіруді пайдалана отырып тәжірибе және түрлі жағдайларға байланысты адаптациялану негізінде интеллектуалды есептерді шешу мүмкіндігін айтады.[1]

Есепті шешу барысында байқалатын интеллектуалдың өзіндік белгілері–оқуға, жалпылауға,тәжірибе жинауға және есепті шешу барысында өзгерістерге адаптациялануға бейімділік. Интеллектінің осы қасиеттерінің арқасында ми түрлі есептерді шеше алады, сонымен қатар бір есептің шешуінен екіншісіне оңай ауысады. Осылай интеллектісі бар ми көптеген алдын-ала шығарылу әдістері, стандартты шығарылуы жоқ есептерді шеше алатын әмбебап құрал.Егер диалог барысында адамдар машиналармен сөйлесіп отырғандарын байқамаса, онда машинаны интеллектіге ие деп айтуға болады. ЖИ(Жасанды интеллекті) жүйелеріндегі барлық нейрондық зерттеулер спектрі құрылымдық деп аталды. Құрылымдық деп ЖИ-ні адам миының құрылымын модельдеу арқылы құру. Бейнелерді ажырату есептерінде көп қолданылады. Адам миы негізінде құрылған модельдер үшін айқындылық қасиеті тән емес. Бұл желілерді адам миымен жақындастыратын тағы бір қасиеті –нейронды желілер қоршаған орта туралы толық мәліметсіз болса да жұмыс істей береді, яғни адам тәрізді, қойылған сұрақтарға тек «иә», «жоқтан» басқа, «нақты білмеймін, бірақ иә сияқты» деген жауаптар бере алады.

Эвристикалық программалау Карнеги университетінің А.Ньюэлл және Г.Саймон аттарымен байланысты, олар келесі принципке негізделген, адам миы нәтиже бойынша символдарды басқару туралы қарапайым есептер жиынтығына келуі мүмкін, яғни компьютер орындай алатын операциялар. Есептердің шешімі мүмкін болатын шешімдер жиыны кеңістігінен эвристикалық ережелер бойынша іздестіріледі, олар іздестіруді, белгілі бір бағыт бойынша жүруді тездетеді.Эвристикалық іздестіру көлемінде шығарылған типтік есептерге теоремаларды дәлелдеу, түрлі ойындар, жұмбақтарды шешу, геометриялық және шахматтық есептер, әуендерді құру, химиялық құрылымдарды анықтау, т.б.

ЖИ имитациялық программаларының келесі қол жеткізулері, атап айтсақ шахматтық компьютер *Deep Blue* 1997 жылы әлем чемпионы Г.Каспаровты жеңуі, тек эвристикалық іздестірумен ғана байланысты емес, ЖИ-нің басқа синтетикалық салаларының пайда болуымен де. Оларға мықты көппроцессорлы паралелльді жүйелерге және нейронды акселераторларға негізделген эвристикалық программаларды қолдайтын аппаратты жабдықтау жатады. Мысалы, аталған компьютерде жүрістер генераторы 256 паралелльді процессорлар негізінде жүзеге асырылған. Имитациялық зерттеудің негізгі кемшілігі көптеген модельдердің төмен ақпараттық мүмкіндігі.

Логикалық зерттеудің негізі болып булеандық алгебра есептелінеді. Әр программист олармен if операторын біле бастағанымен таныс. Өзінің келесі дамуын булеандық алгебра предикаттар есептеуінің негізінде жалғастырды, онда ол символдарды, олардың арасындағы қатынастарды қолдану арқылы кеңейтілді. Кез-келген ЖИ жүйесі логикалық принципке негізделген деуге болады, және теоремаларды дәлелдейтін машина ретінде қарастырылады. Сонымен қатар мәліметтер деректер қорында аксиомалар, логикалық нәтижелер ережелері түрінде сақталады. Бұған қоса, әр осындай машина мақсатты генерациялау блогына ие, ал жүйе берілген мақсатты теорема ретінде дәлелдеуге тырысады. Егер мақсат дәлелденген болса,онда қолданылған ережелер трассировкасы қойылған мақсатқа жеткізетін әрекеттер тізбегін алуға көмектеседі. Мұндай жүйенің қуаты мақсат генераторының және теоремаларды дәлелдеу машинасының мүмкіндіктерімен анықталады. ЖИ толық көрсету үшін алгебраның мүмкіндіктері жеткіліксіз, осында ЭЕМ-лардың негізі бит-0 және1 мәндерін қабылдайтын жады ұяшығы екенін еске түсірейік. Осылай, компьютерде жасауға болатынның бәрін предикаттар логгикасында жүзеге асыруға болады деген болжам жасауға болады. Логикалық зерттеу нақтырақ болуы үшін нақты емес логика көмектеседі. Оның негізгі ерекшелігі «иә», «жоқтан» (1/0) басқа «білмеймін» (0.5) сияқты аралық мәндерді қабылдауға болады. Бұл адам ойлауына көбірек ұқсайды, себебі иә, жоққа қарағанда білмеймін деген жауап жиі қолданылады. Көптеген логикалық әдістер үшін зор еңбек керек, дәлелдеуді іздестіру кезінде нұсқалар бәрі толық қарастырылады. Сондықтан бұл есептеу процесінің эффективті жүзеге асырылуын қажет ететді, және жұмыс спасының жоғары болуына деректер қорының көлемі үлкен болмаса кепіл беріледі.[2]

Жасанды интеллекттің бағыттары: Робототехника.Автономды үй құрылғыларды құру кезінде кедергілер, әскери және ғарыш роботтарын жасаудан кем емес кедергілер болады. Шаңсорғыш автономды үй машиналар рыногы дамуында,құрылғылар неше түрлі навигациялық жүйемен және барынша түрлі перефириялық датчиктармен қамтылған. Робот- шаңсорғыштар үй ішінде кез-келген траекториямен қозғалып, қоқысықтарды жинай отыра, статикалық заттарға немесе жанды заттарға жақындағана олар қашады. Ақылды шаңсорғыштар өздерінің тұратын орнына қайтып бара

алады.Мысалы, Electrolux фирмасы шабу машинасының күн батареясына зарядталып, тәулік бойы жұмыс істей алатын машиналарын шығарады. Мұнда интеллектуалды машиналар иелеріне сусындар мен аяққиімдерін апарумен қоса,түрлі басқа функцияларды орындайды. Probotics фирмасының *Cye* деген роботы әрқашан компьютерге қосылып, компьютерге орнатылған арнайы программа арқылы дистанционды түрде басқарылады. Ыңғайлы виртуалды инструмент арқылы қолданушы үй жоспары бойынша *Cye*-ға пәтер территоиясындағы керекті траектория маршрутын белгілеп қоя алады. Роботпен контакт протокол бойынша жүзеге ашады. Ол протоколда 35 команда және роботтың 20 жауап қайтаруы енгізілген.Келешекте *Cye* роботы тек пәтер территориясында ғана емес, аулада да жүре алады.*Cog* роботының басқару жүйесі бір жүйе. Көптеген *Cog* түйіндерінде *Motorola* 68 332 16 МГц процессорлары орнатылған. Ол процессорларда *L* (версия *Common Lisp)* интерпритаторы орындалады.Каролина университеті адамдарды түрлі катастрофадан болған түрлі қоқысықтардың астынан шығарып алатын роботтарды жасау үстінде. NASA кішкене доп көлеміндегі робот жасап шығарды. Ол робот дауыс командаларын түсіне отыра, камерамен, температура датчигімен қамтылған. Огайо штатындағы мемлекеттік университетінің медициналық орталығы хирург-роботын жасап шығарды. Ол робот камера және екі қолмен қамтылған. Ол роботты адам компьютер арқылы басқарады.

Автономды агенттер Автономды агент технологиясының басты бір ыңғайлылығы дұрыс шешімін нақты білмейтін өндірушіге агент прототипін құруы. Ол *Microsoft Agent* технологиясы бойынша жұмыс істейді.

*Ми ұқсас-сандық құрылғы.*Нероинформатика институты мен Мачестер технологиялық институтының швеция және америка ғалымдары кәдгімгі адамның миының функцияларын орындайтын техналогия құрды,ол бір уақытта сандық және аналогтық информацияны қабылдайды.

Жасанды өмір. Кибернетикалық құрылғыларды жасау ,электорндалған немесе тірі ағзаға қарап,оның функцияларын орындайтын технологияны жасап шығару.

DARPA финанстайтын проектілердің бірі – Лего кубиктарын жинайтын ситема. Ол видеокамера, манипулятор және компьютер.

Microsoft Ball тұлғаның эмоциялық жағдайын моделдеуіне арналған.Қолданушымен араласа отырып, оның эмоционалды жағдайын байқауы..

*Чат- роботы.*Барлық қолданушылар Generic Artificial Consciousness (GAC) жасанды есеппен араласып, оған иә немесе жоқ жауабын беретін сұрақтарды қоюға болады. GAC-тың құрушысы, Крис Мак-Кинли 12 жасында микрокомпьютерге шахмат TRS-80 программасын жасап шығарды..

*Жасанды интеллект жүйелерін бағдарламалық қамтамасыз ету.*Интелектті мәселелерді шешу үшін арнайы тілдер қажет. Олар LISP, PROLOG, SMAL TALK және басқалар жатады.

Дәстүрлі бағыттар: логика,бейнелеулерді өңдеу,эксперттік жүйе,ыңғайлы комбинаторды мәселелердің шешім табатын интелектуалды қосымша,қазіргі кездегі ОЖ,әскери технологиялар;Шығарылатын есептердің формалды еместігін және эвристикалық, қолданылатын білімнің өзіндік түрінн ескере отырып, қолданушы яғни эксперт эксперттік жүйемен диалогтық түрде байланысуы керек.ЭЖ (эксперттік жүйе) қорының негізі білім ,содықтан ЭЖ білімді қабылдап алу керек. Білімді алу процесі:білімді эксперттен алу; жүйенің нәтижелі жұмыс істеуін, білімді ұйымдастыру; білімді түсінікті жүйеде көрсету.Білімді алу процессі ”білім инженерінің”(knowledge engineer), яғни күрделі есеп шығаратын, экспертің жұмысының анализінің негізінде жүзеге асады. Білімнің эвристическалық мінезі оның алуын қыиндатады. ЖИ жүйесінде және эксперттік жүйелерде көп жағдайда формалды емес есептер шығарылады , яғни ЭЖ және ЖИ формалды есеп шешуге арналған програмалардың құрылуын өзгертпейді және шек қоймайды. Эксперттік жүйелер мен жасанды интеллект мәліметтерді өңдеу жүйесінен айырмашылығы, оларда символдық түрде ұсыну, символдық шығару және эвристикалық нәтиже іздеуге қолданылады.

Эксперттік жүйе — бұл компьютерлерге арналған программа ,ол шешім немесе кеңес беру мақсатында белгілі бір аймақты қамтиды.Эксперттік жүйе шешім қабылдайтын адамның ассистенті және толығымен адам қатысуын сұрайтын функцияларды орындайды..Кім шешім қабылдайды сол өзінің құқығы бар эксперт бола алады,және сол кезде ғана программа өзінің бар болуын ақтайды. Альтернативті вариант — осындай программмамен істейтін адам оның көмегімен жоғары сапалы үлкен жетістіктерге жетеді.Адам мен машина арасындағы функциялардың дұрыс бөлінуі эксперттік жүйенің еңгізілуінің тиімділігі..

Жасанды интеллект жүйелерін студенттердің жалпы ғылыми әдістері туралы түсінігін қалыптастыру төрт кезеңге бөлуге болады:

1. Бірінші кезең оқытудың мақсаттары мен міндеттері
2. Екінші кезең оқыту мазмұнын іріктеу
3. Үшінші кезең оқу материалын іріктеу
4. Төртінші кезеңде ұсынылған оқу-бағдарламалық құжатпен оқу-әдістемелік құралдарды тәжірибелік-эксперименталды мақұлдау.[2]

Жасанды интеллект үшін Prolog тілінде программа құру мысалы:Visual Prolog аяқталған телефондық анықтама секілді программаларды көрсетеді. Тек стандартты домендер пайдаланылғандықтан оған domains бөлімінің программада қажеті жоқ.

```
Predicates
phone_number (symbol, symbol)
clauses
phone_number ("Albert " , "EZY-3665 " ).
phone_number ("Betty " , "555-5233 " ) .
phone_number ("Carol " , "909-1010 " ) .
phone_number ("Dorothy " , "438-8400 " ) .
goal
```

программаны енгізіп, орындауға жібергеннен кейін рет-ретімен мақсаттарды еңгізіңіз.

```
phone_number ("Carol " , Number) .
phone_number ("438-8400 " Who, ).
phone_number ("Albert " , Number).
phone_number (Who, Number).
```

Енді ұсыныстарды өзгертіңіз. Kim және dorothy бір телефон номеріне ие деп есептейік. Бұл айғақты clauses бөліміне енгізіп, келесі мақсатты енгіземіз:

```
Phone_number ("438-8400 " Who, ).
```

Бұл сұраныстан сіз екі нәтиже алуыңыз керек:

```
Who=dorothy
Who=kim
2 Solutions.
```

Програмасындағы char доменін сипатау үшін isletter предикаты пайдаланылады. Тапсырама барысында оған төменлегідей мақсаттар қойылған:

```
isletter(%).
isletter(Q).
"Yes" немесе "No" сәйкес келетін мағынасына қарай қайтарады
Predicates
isletter(char)
clauses
= > белгісі % таңбасын анықтайды.
% мына теңдік "Алфавиттің алдында қойылады"
isletter (Ch):-‘ a’< = Ch, Ch<=’z’.
isletter (Ch ):-‘A’<= Ch, Ch<=’Z’
```

Программасын енгізіп, Test Goal -да әрбір мақсатты рет-ретімен сынап көріңіз:

```
a ) isletter (‘x’).          d ) isletter (a ) .
b ) isletter (‘ 2 ‘ ).       e ) isletter (X ).
c ) isletter ("Hello " ).
```

(c) және (d) мақсаттары қателіктің түріне алып келеді,ал (e) мақсаты және "Free variable " (байланыспаған айнымалы) хабарламасын қайтарады. Сіз берілмеген объектінің a немесе z-ке қатынасын тексере алмайсыз.[2] Студенттерге қойылатын бақылау сұрақтары**:**

- Логикалық программалау тілдерінің мүмкіндіктері.
- Тілдің құрылымы

Логикалық бағдарламалауды үйрену студенттердің болашақ маман болуда , жалпы кәсіби қабілеттері мен дағдыларының дамуына септігін тигізеді. Елімізде жаңа технологиялар мен жасанды интеллектке қызығушылығы бар жастардың саны күн санап артып келе жатқанын ескерсек алдағы жылдарда жасанды интеллектіге қажетті бағдарламалар жазу және өңдеу жұмыстарын арттыру,медициналық сақтандыру, ғылыми зерттеулермен айналысуға жағдай жасалуда.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Акинин, М.В. Нейросетевые системы искусственного интеллекта в задачах обработки изображений / М.В. Акинин, М.Б. Никифоров, А.И. Таганов. - М.: ГЛТ , 2016. - 152 с.

[2] Астахова, И. Системы искусственного интеллекта Практический курс: Учебное пособие / И. Астахова. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 292 с.

[3] Болотова, Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях: Учебник / Л.С. Болотова. - М.: Финансы и статистика, 2012. - 664 с.

[4] Гаврилова, А.Н. Системы искусственного интеллекта / А.Н. Гаврилова, А.А. Попов. - М.: КноРус, 2011. - 248 с.

[5] Евменов, В.П. Интеллектуальные системы управления: превосходство искусственного интеллекта над естественным интеллектом? / В.П. Евменов. - М.: КД Либроком, 2016. - 304 с.

[6] Сидоркина, И.Г. Системы искусственного интеллекта: Учебное пособие / И.Г. Сидоркина. - М.: КноРус, 2011. - 248 с.

[7] Сидоркина, И.Г. Системы искусственного интеллекта / И.Г. Сидоркина. - М.: КноРус, 2016. - 167 с.

Адилжанова С.А., Бердыгулова А.Д., Тойганбаева Н.А., Мекебай Н.А.

Современные теоретические проблемы искусственного интеллекта

Резюме. Развитие искусственного интеллекта, интеллектуальных систем и других его направлений способствует снижению ряда этих сложных проблем. В настоящее время создание программ интеллектуальных систем, развитие которых невозможно без управления сложными системами, является важной мерой. Глубокое внедрение компьютерной техники, компьютерных программ во всех сферах общества, воплощение фантазии в фантастических произведениях, и сегодня существенный вклад в облегчение человеческого труда свидетельствует о важности высокой подготовки профессиональных специалистов по интеллектуальным системам, регион применения и возможности которых с течением времени растут.

Ключевые слова: информационные технологии, искусственный интеллект , логическое программирование.

УДК 330.357:339.732(574)

B.D. Sharipova, K.S.Imanbaev, N.J.Uteuova, A.Baimukhanova
(Almaty University of Technology. Almaty, Kazakhstan)

OPTIMIZATION MODELS FOR TRANSPORT EFFICIENCY

Abstract. This article deals with the selection of the optimal model of cargo transportation, and various parameters and characteristics are used in calculations. Important indicators are the time taken to load and unload the goods transported, the distance by which the goods are transported, the rate of mileage. Vehicle performance is also calculated.

According to the specified scheme, a regresion model and model analysis are built on the basis of statistical data. And first of all statistical assessment of unknown parameters of the model, also comparison of real and model data, verification of adequacy of the model, assessment of accuracy of model data.

The paper explores the regression equation, which is always supplemented by a close bond indicator. When linear regression is used, the linear correlation coefficient acts as such an indicator. With a different (non-linear) model specification, the relationship between characteristics may be close enough.

Keywords: Optimization, regression, performance, data analysis, linear regression coefficient, load capacity coefficient, argument.

Б.Д.Шарипова, К.С.Иманбаев, Н.Ж.Утеуова, А.Баймуханова
(Алматинский технологический университет. Алматы, Казақстан)

ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ

Аннотация: В данной статье рассматривается вопросы выбора оптимальной модели транспортировки грузов, при расчетах используются и различные параметры и характеристики. Важными являются такие показатели, как время, затрачиваемые на загрузку и выгрузку транспортируемых товаров, расстояние, на которое перевозится груз, норма пробега. Также рассчитывается производительность автотранспортных средств.

По указанной схеме на основе статистических данных строится регресионная модель и анализ модели. И в первую очередь статистическое оценивание неизвестных параметров модели, также сопоставление реальных и модельных данных, проверка адекватности модели, оценка точности модельных данных.

В статье исследуется уравнение регрессии, которое всегда дополняется показателем тесноты связи. При использовании линейной регрессии в качестве такого показателя выступает линейный коэффициент корреляции. При другой (нелинейной) спецификации модели связь между признаками может оказаться достаточно тесной.

Ключевые слова: оптимизация, регрессия, производительность, анализ данных, коэффициент линейной регрессии, коэффициент грузоподъемности, аргумент.

Введение.

Математические методы и модели, базирующиеся на методах математического программирования и современной вычислительной техники, позволяют автоматизировать сбор и обработку первичной информации, выделить основные параметры, влияющие на деятельность предприятия, определить наиболее целесообразные мероприятия, обеспечивающие необходимую эффективность производства или предпринимательства, и на основе этих данных принять решение о выборе оптимальной стратегии по управлению деятельностью предприятия, т.е. провести грамотный экономический анализ состояния хозяйственно-финансовой деятельности и прогнозировать последствия принимаемых управленческих решений на перспективу.

При перевозке грузов на автомобильном транспорте встает вопрос о том, насколько оптимально используются транспортные средства. Другими словами, по фактическим данным следует определить эффективность эксплуатации транспортных средств. Объективным показателем к этому может быть производительность подвижного состава. Обычно данный показатель вычисляется для фиксированного промежутка времени и равен произведению грузоподъемности транспортного средства на коэффициент использования грузоподъемности и количество рейсов, выполненных за указанный период времени. Количество рейсов можно узнать, разделив значение временного интервала, для которого определяется производительность, на время одного рейса. В свою очередь, время рейса складывается из времени простоя транспортного средства при загрузке и выгрузке, а также времени в пути. Для расчета времени в пути нужно разделить расстояние, которое проходит транспортное средство, на его среднюю скорость [1].

Эконометрические методы.

В данной статье используется регрессионные модели и методы для эффективного управления эксплуатации транспортных средств.

Перед нами ставился задача определить производительность эффективного использования транспортных средств используя возможности Excel.

Таким образом, производительность (обозначим ее через p) может быть вычислена по формуле:

$$p=kqT/(t+L/v) \quad (1)$$

где k - коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства q;

T - интервал времени, для которого вычисляется производительность;

t - определяется общим временем простоя транспортного средства в течение одного рейса, преодолеваемого транспортным средством расстояние за рейс обозначено через L;

v - его средняя скорость.

На основе статистических данных необходимо спрогнозировать производительность автомобильных перевозок будущих периодов.

Цель данной задачи используя регрессионные модели построить модель, который определяет коэффициент использования грузоподъемности по данным зависимости производительности не только от количества рейсов, но и от грузоподъемности транспорта.

Допустим, что перевозки осуществляются автомобилями одного типа (то есть с одинаковой грузоподъемностью), однако количество рейсов различно. В каждом из таких случаев получаем разную производительность. Если известна грузоподъемность автомобилей, то по статистическим данным можно определить коэффициент использования грузоподъемности и, как результат, для указанного количества рейсов n можно будет по формуле p = kqn рассчитать ожидаемую производительность (рисунок 1).

Таблица 1. **Определение коэффициента использования грузоподъемности**

Производительность (т)	Количество рейсов	Грузоподъемность (т)
У	Х	
3,2	2	1,8
4,3	3	коэфф. Регр.модели
8,2	5	1,674457594
11,2	7	коэфф.исп.грузоподъемности
15,1	9	0,930254219
16,7	10	
18,1	11	
20,8	12	
24,4	15	
27,6	16	

Для большей наглядности полученный результат можно проиллюстрировать графически. На рисунке 1 показан график линейной регрессионной зависимости и точки, на основе которых была построена эта зависимость.

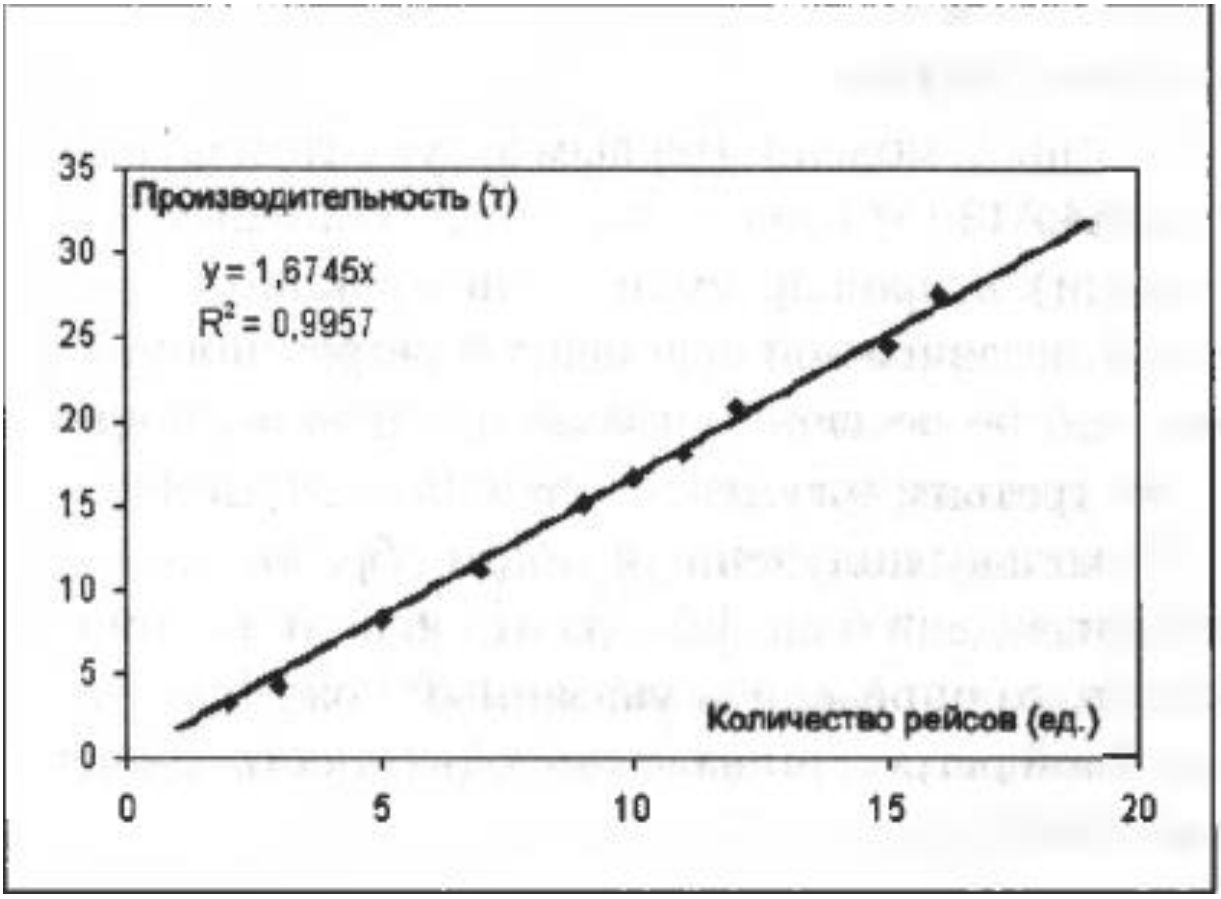


Рис. 1. Регрессионная зависимость в графическом виде.

Регрессия Далее настройка параметров выполняется в окне Регрессия

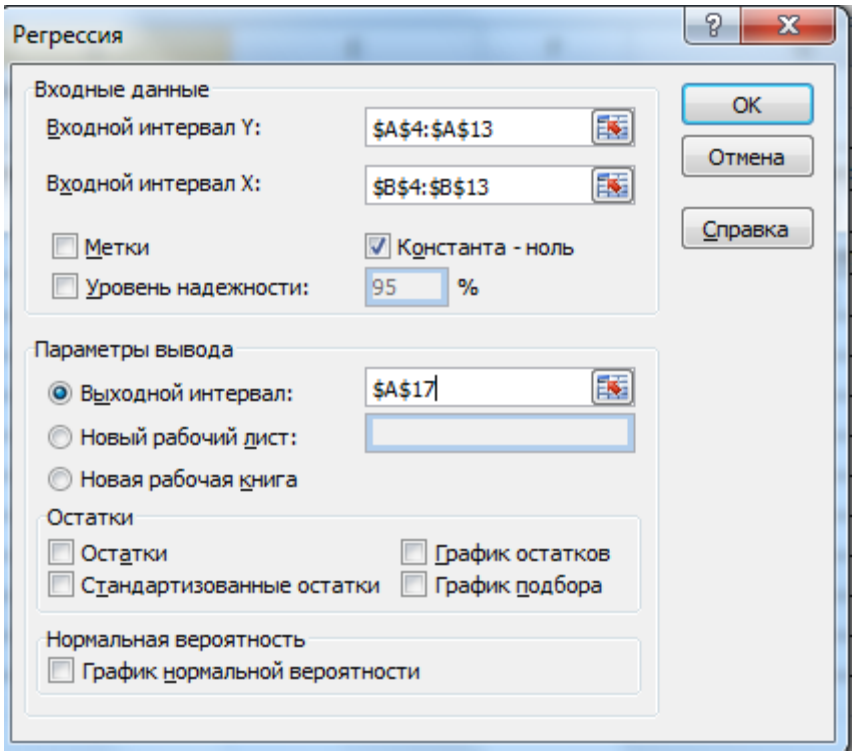


Рис. 2. Заданные параметры в диалоговом окне Регрессия

Результат вычисления параметров регрессионной модели (в той части, что непосредственно относится к вычислению коэффициента регрессионной модели) показан на рисунке 3.

A16

	A	B
16		
17	ВЫВОД ИТОГОВ	
18		
19	*Регрессионная статистика*	
20	Множественный R	0,999539819
21	R-квадрат	0,99907985
22	Нормированный R-квадр	0,887968739
23	Стандартная ошибка	0,539387685
24	Наблюдения	10
25		
26	Дисперсионный анализ	
27		*df*
28	Регрессия	1
29	Остаток	9
30	Итого	10
31		
32		*Коэффициенты*
33	Y-пересечение	0
34	Переменная X 1	1,674457594

Рис.3. Результат вычислений для регрессионной модели

Интерес представляет значение в ячейке B34. Оно, очевидно, совпадает со значением в ячейке C6 на рисунке 1, а также с коэффициентом в уравнении регрессионной зависимости, изображенной на рисунке 2 (с учетом точности округления). Таким образом, параметры регрессионной зависимости в Excel могут вычисляться различными методами, и приемлемый подход выбирается пользователем.

Задачу о вычислении коэффициента использования грузоподъемности можно несколько усложнить, если рассмотреть зависимость производительности не только от количества рейсов, но и от грузоподъемности автомобиля. Другими словами, определим коэффициент использования грузоподъемности по данным о зависимости производительности от грузоподъемности автотранспортного средства и количества рейсов. Такой документ показан на рисунке 5.

В данном случае в зависимости производительности от грузоподъемности и количества рейсов $p = kqn$ аргументами являются как количество рейсов n, так и грузоподъемность автомобилей q. Использование линейной регрессионной модели напрямую в данном случае является несколько проблематичным. Поэтому на промежуточном этапе вычисляем произведения значений грузоподъемности и количества рейсов. Другими словами, вводим в рассмотрение аргумент $x = nq$, по отношению к которому создаваемая регрессионная модель является линейной. Значения этого аргумента представлены в ячейках D4 : D15. Значения в этих ячейках получаются копированием формулы =B4*C4 из ячейки D4. Коэффициент использования грузоподъемности вычисляем в ячейке E4 по формуле =

ЛИНЕЙН(A4:A15;D4:D15;ЛОЖЬ). В данном случае на грузоподъемность это значение делить не нужно, поскольку она уже учтена при определении аргумента регрессионной зависимости.

E4 f_x =ЛИНЕЙН(A4:A15;D4:D15;ЛОЖЬ)

	A	B	C	D	E
1	**Определение коэффициента использования грузоподъемности**				
2					
3	**Производительность (т)**	**количество рейсов**	**грузоподъемность (т)**	**Аргумент(т)**	**коэфф.исп.груз-ти**
4	3,2	2	1,8	3,6	0,959630287
5	6,1	3	2,3	6,9	
6	9,2	5	2	10	
7	4,8	3	1,8	5,4	
8	11,1	5	2,3	11,5	
9	13,4	7	2	14	
10	8,3	5	1,8	9	
11	15,4	7	2,3	16,1	
12	19,1	10	2	20	
13	12,1	7	1,8	12,6	
14	19,2	10	2	20	
15	24,9	11	2,3	25,3	

Рис. 4. Использование автомобилей разной грузоподъемности

По указанной схеме можно строить и более сложные регрессионные модели. Как иллюстрацию рассмотрим процесс вычисления средней скорости движения по маршруту автомобилей и времени простоя при загрузке и разгрузке по известной грузоподъемности, коэффициенте ее использования и расстоянии транспортировки [2]. Фактические данные, на основе которых выполняются соответствующие оценки, приведены на рисунке 5.

J17

	A	B	C	D	E	F	G
1	**Определение коэффициента использования грузоподъемности**						
2							
3	**Производительность (т)**	**Коэфф.исп.груз-ти**	**Груз-ть**	**Время работы (ч)**	**Расстояние (км)**	**Функция**	**Средняя скорость (км/ч)**
4	7,1	0,9	1,8	12	15	2,7380282	**56,41**
5	10,9	0,95	2,3	14	18	2,806422	**Время простоя (ч)**
6	10,1	0,88	2	16	20	2,7881188	**2,46**
7	6,8	0,91	1,9	11	21	2,7969118	
8	6,9	0,89	2,2	10	23	2,8376812	
9	9,9	0,85	2,1	16	25	2,8848485	
10	8,8	0,96	1,5	18	29	2,9454546	
11	5,1	0,92	1,7	10	31	3,0666667	
12	9,7	0,83	2,4	15	35	3,0804124	
13	6,9	0,7	2,6	12	36	3,1652174	
14	7,4	0,97	2	12	40	3,145946	
15	6,2	0,91	2,3	10	45	3,2200001	

Рис. 5. Фактические данные для построения регрессионной зависимости и результатов расчетов

В ячейках A4:A15 представлены значения производительности автотранспортных средств, значения коэффициента использования грузоподъемности для каждого из случаев введены в ячейки B4:B15, ячейки C4:C15 содержат сведения о грузоподъемности транспортных средств, время работы на маршруте указано в ячейках D4**:D**15**,** сведения о пройденном расстоянии содержатся в ячейках E4:E15. Для построения регрессионной модели перепишем выражение для производительности в виде t+L/v = kqT/p. Если ввести переменную y = kqT/p и рассматривать ее как функцию от расстояния L, то тогда время простоя t будет играть роль свободного члена регрессионной модели, а величина 1 / v есть линейный коэффициент этой модели. Значения функции (величины y = kqT/p) вычисляем в ячейках F4:F15, для чего в ячейку F4 вводим формулу =B4*C4*D4/A4 и копируем ее в прочие ячейки таблицы. Средняя скорость движения транспортных средств в этом случае вычисляется в ячейке G4 по формуле =1/НАКПОН(F4:F15;E4:E15), а время простоя получается в ячейке G6, если туда ввести формулу =ОТРЕЗОК(F4:F15;E4:E15). Графически полученная регрессионная зависимость представлена на рисунке 8.

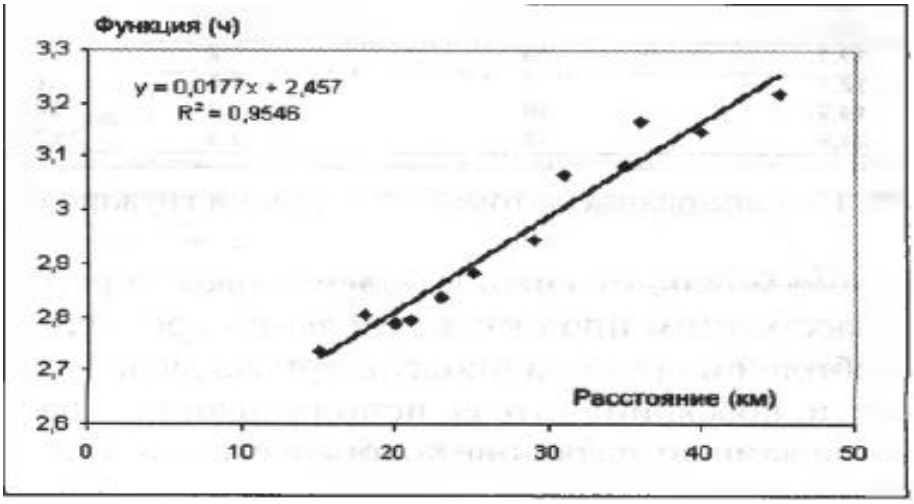


Рис. 6. Графическое отображение регрессионной зависимости

Заключение.

Полученные расчеты показывают, что коэффициент в уравнении регрессионной модели отличается от вычисленной средней скорости. Причина, и это отмечалось, в том, что скорость равна величине, обратной линейному коэффициенту регрессионной модели. Кроме того, следует иметь в

виду, что далеко не для всякого набора данных предложенный выше метод расчета средней скорости и времени простоя является приемлемым. Фактически здесь неявно предполагалось, что на разных маршрутах для разных транспортных средств скорость движения практически одинакова, равно как и время простоя [4].

Регрессионная зависимость достаточно неплохо описывает зависимость перевозок от средней скорости движения автомобиля на маршруте Основным моментом при этом был удачный выбор типа регрессионной зависимости.

В общем случае при выборе типа аппроксимирующей (регрессионной) зависимости разумно руководствоваться следующей схемой: во-первых, регрессионная модель должна содержать слагаемые, описывающие действие каждого фактора, а во-вторых, в этой модели должны быть учтена все эффекты от действия таких факторов [5].

Это этого выходит выводы, что точки, по которым строится регрессия, достаточно неплохо ложатся на прямую. Если разброс существенный, то модель не будет адекватна реальной ситуации. В этом случае разумно рассматривать скорость и (или) время простоя как аргументы зависимости, а не как фиксированные параметры.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Дайитбегов Д.М. Экономико-матема-тические методы и прикладные модели. – М.: ЮНИТИ, 2012.–391 с.

[2] Холод Н.И., Кузнецов А.В., Жихар Я.Н. и др. Экономико-матема-тические методы и модели. – Минск: БГЭУ, 2015. – 412 с.

[3] Шелобаев С.И. Математические методы и модели. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 367 с.

[4] Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. Исследование операций в экономике. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 444 с.

[5] Леоненков А.В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 704 с.

Шәріпова Б.Д., Иманбаев Қ.С., Утеуова Н.Ж., Баймұханова А.

Жүкті тиімді тасымалдаудың оңтайландырылған модельдері

Түйіндеме. Осы мақалада жүктерді тасымалдаудың оңтайлы үлгісін таңдаудың модельдерінің сұрақтары қарасытрылып, есеп айырысу кезінде әр түрлі параметрлері және сипаттамалары пайдаланылады.

Негізгі көрсеткіштердің бірі болып, тауарларды жүктеуге және түсіруге кететін уақыт, жол жүру нормасы және тасымалдайтын жүктердің қашықтықтары болып саналады. Сондай-ақ автокөлік құралдарының өнімділігі есептелінеді.

Статистикалық деректер негізінде көрсетілген сызба бойынша регресиялық модель және модельге талдаулар жасалынады. Бірінші кезекте

модельдегі белгісіз параметрлерді бағалау, сондай – ақ нақты және үлгілі мәліметтермен салыстырумен қатар модельдің адекваттылығы мен деректердің дәлділігін бағалау және тексеру болып табылады.

Берілген мақалада регрессия теңдеуінің мәнділігі зерттелініп, көрсеткіштердің тығыздығының байланысымен толықтырылады.

Пайдалану кезінде сызықтық регрессияның мұндай көрсеткіш ретінде сызықтық корреляция коэффициенті қолданылады. Басқа да (сызықтық емес) ерекшелікте модельдер арасындағы байланыс белгілері жеткілікті тығыз болуы мүмкін.

Түйінді сөздер. оңтайландыру, регрессия, өнімділік, деректерді талдау, сызықты регрессияның коэффициенті, жүк көтерімділігінің коэффициенті, аргумент.

G.M. Dosmailova, N.S. Kataev

ARCHITECTURE OF OPERATION OF EXTRACTIVE BROWSER APPLICATIONS TECHNOLOGY

Abstract. Beveloping server browser applications requires to select a core technology that is based on a specific application. This article provides an overview for PHP, JSP, Java Servlets for different classes, discusses ASP.NET technologies, their advantages and disadvantages are given. In addition, made general conclusions about the use of technologies for the development of a server Web application or platform.

Keywords: server, browser, application, technology, platform, development

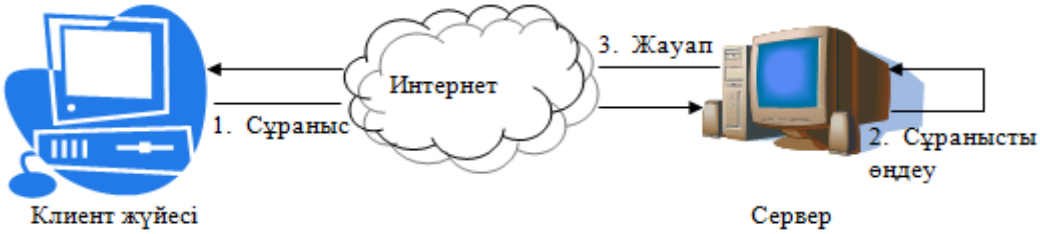
Г.М.Досмаилова, Н.С.Қатаев
(Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы.
E-mail: guka_dosmailova@mail.ru)

СЕРВЕРЛІК БРАУЗЕР ҚОСЫМШАЛАР ҚҰРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ АРХИТЕКТУРАСЫ

Түйін. Серверлік браузер қосымшаларын әзірлеу кезінде белгілі бір қосымшаға негізделетін базалық технологияны таңдау қажет. Мақалада әр түрлі кластарға арналған PHP, JSP, Java Servlets, ASP.NET технологиялары қарастырылады, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері келтіріледі. Сонымен қатар, серверлік Web қосымшасын немесе платформаны әзірлеуге арналған технологиялардың қолданылуы туралы жалпы қорытындылар жасалған.

Кілттік сөздер: сервер, браузер, қосымша, технология, платформа, әзірлеу

Қазіргі уақытта серверлік Web қосымшаларын құру технологияларының бірнеше түрлері бар және олар кең қолданысқа ие. Мұндай қосымшалардың барлығының ортақ бір мақсаты бар - сервер жағында бизнес-логиканы іске асыру және клиент үшін - код генерациялау. Сондай-ақ, барлық қосымшаларда сервер мен клиенттің өзара іс-қимыл архитектурасы мен HTTP өзара қатынасының жалпы хаттамасы бірдей. Серверлік қосымшас жұмысының жалпы логикасы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. Серверлік қосымша жұмысының архитектурасы

Суретте көрсетілгендей, серверлік қосымшалардың жұмысы үш негізгі кезеңде жүреді:

1. Сұраныс жасау. Клиент web-браузерді пайдалана отырып, серверге сұраныс жібереді.

2. Сұранысты өңдеу, жауапты дайындау. Сұраныс келіп түскеннен кейін web-сервер сұраныс жасалған ресурсты өңдейді. Егер HTML бет, сурет, құжат сияқты статикалық ресурс сұралса, бұл ақпарат HTTP хаттамасы үшін өңделеді және клиентке жауап ретінде беріледі. Егер динамикалық ресурс сұралса, онда сұраныс одан әрі жұмыс істейтін тиісті web-қосымшалардың контейнеріне өңдеуге беріледі.

3. Қалыптасқаннан кейін деректер клиентке жауап ретінде HTTP хаттамасы арқылы беріледі. Жауап мәліметтерден тұрады (әдетте HTML коды, не екілік деректер), сондай-ақ HTTP жауап тақырыбында берілетін қосымша параметрлер. Серверлік қосымшалардың жұмысы жоғарыда сипатталған сценарий бойынша жүреді. Мұндай тәсіл web-қосымшаларды құру кезінде қиындықтар туғызады, олардың негізгісі web-қосымшадastateless programming деп аталатын жағдайдың орын алмауы болып табылады. Бұл қосымша пайдаланушысының алдыңғы қадамдары немесе қандай да бір тұрақты ақпарат жоқ, тек сұраныс-жауап режимінде жұмыс істейді дегенді білдіреді. Мұндай мәселені шешу үшін пайдаланушының жұмыс сеансында деректерді серверде сақтауға мүмкіндік беретін пайдаланушы сессиясы деп аталатын ұғым қолданылады. Алайда, web-қосымшаларды құру кезінде күрделілік сессияларының болуымен толық жойылмайды. Осы қиындықтарды жеңуде серверлік қосымшалар үшін іске асыру платформасы қаншалықты көп мүмкіндік берген сайын, соншалықты тез және тиімді әзірлеу жұмыстары жүргізілуі мүмкін. Ары қарай серверлік қосымшалар жасаудың әртүрлі әдістері, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылады, сондай-ақ нақты платформалар қарастырылады.[1]

Серверлік браузер қосымшаларына қойылатын талаптар

Серверлік браузер қосымшаларын құру үшін платформаларды қарау кезінде екі негізгі амалды бөліп көрсету қажет:

1. Сұраныстарды тікелей өңдеу және жауаптарын құру.

2. Бағдарламалық кодты HTML үлгілеріне кірістіру. [2]

Бірінші әдіс өңдеуді басқару және өнімділікті арттыру бойынша үлкен мүмкіндік береді. Ол сұраныс туралы барлық деректерді тікелей орындалатын кодқа жіберуді қарастырады, ол пайдаланушы үшін сұраныс жауабын қалыптастыра алады, сондай-ақ бейнені жіберу үшін екілік деректер ағынын да жібере алады. Бірақ мұндай әдісде барлық деректер бағдарламалық жолмен қалыптасады, бұл қарапайым беттерді әзірлеуді баяулатады және беттеуші мен программист арасындағы өзара әрекеттесуді қиындатады. Бұл әдістің мысалдары CGI, Java Servlets технологиялары болып табылады. [3]

Екінші әдіс оларға бағдарламалық код аймақтарын қоюға мүмкіндік беретін ерекше түрде ресімделген қолданушы бет үлгілерін пайдаланады. Бұл әдіс қарапайым қосымшаларды жасау кезінде әсіресе тиімді, негізгі ақпарат - статикалық, ал динамикалық ақпарат - қарапайым бағдарламалық құрылымдармен генерациялануы мүмкін. Күрделі бағдарламалық жүйелерді әзірлеу кезінде бұл нұсқа компоненттер арасындағы өзара әрекеттесуді қиындатады және күрделі архитектураны іске асыруды ауырлатады. Сондай-ақ, ол өнімділігі бойынша аз, тиімді және күрделі беттерді іске асыру мүмкіндігін шектейді. Бұл әдістің мысалдары қазіргі уақытта өте танымал PHP, ASP, JSP технологиялары. [4]

Әртүрлі деңгейдегі әзірлеу платформасының беттерін генерациялаудан басқа күрделі Web жүйелерді құру кезінде ұсынылатын қазіргі заманғы талаптарды қанағаттандырады. Төменде келтірілген талаптарөте маңызды, олардың болуы жүйені пайдалануды тартымды етеді.

- платформалық тәуелсіздік тілін іске асыру;
- өнімділік, масштабтау мүмкіндіктерін кеңейту және интеграция.
- пайдалану, оңай әзірлеу құралдарының болуы;
- қажетті бағдарламалық кітапханалардың болуы.

Сонымен, біз заманауи әзірлеу платформасы үшін қажетті бірқатар талаптарды анықтадық. Төменде қазіргі сәтте ең танымал платформалар, олардың ерекшеліктері, сондай-ақ келтірілген өлшемдер тұрғысынан бағалау қарастырылады.[5]

Базалық технологияларға шолу

Қазіргі уақытта коммерциялық және еркін таратылатын серверлік браузерлердің көптеген әзірленген технологиялары бар. Бұл мақалада неғұрлым кең таралған немесе перспективалы технологиялар қарастырылады, өйткені негізгі бәсекелестік солардың арасында жүреді және негізгі іске асыру технологиясын таңдау кезінде көп жағдайда олардың біріне тексерілген және сенімді болғандары үшін артықшылық беріледі.

Платформалар оларға күрделі гетерогенді Web жүйелерді құру тұрғысынан қарастырады, сондықтан танымал технологиялардың кейбіреулері оларды базалық платформа ретінде пайдаланудың мүмкін еместігі немесе орынсыздығы себебінен егжей-тегжейлі шолу жасамайды. Мысалы, ISAPI технологиясы және басқа да Web-серверлерді кеңейту, нақты Web - серверге байланыстыру себебі бойынша қолдану үшін қолайлы емес. Төменде күрделі гетерогенді Web жүйелерді құру үшін ықтимал жарамды негізгі технологиялар ғана келтіріледі.[6]

Common Gateway Interface Технологиясы

Common Gateway Interface (CGI) технологиясы ерекшеқарастырылатын технологиялар, бұл төмен деңгейлі және интерфейстің стандарты болып табылады, ол үшін байланыста сыртқы бағдарламаның web-серверіқызмет етеді.

Хаттаманың өзі стандартты енгізу-шығару құрылғыларымен жұмыс істей алатын кез келген бағдарламалау тілін қолдануға болатындай етіп жасалған. Мұндай мүмкіндік операциялық жүйе деңгейінде болғандықтан, күрделі скрипт талап етілмеген жағдайда оны командалық файл түрінде ресімдеуге болады.[7]

Берілген өлшемдер бойынша CGI технологиясының негізгі артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырайық:

* CGI платформа мен web-серверге ерекше жағдай жасамайды, сондықтан барлық танымал платформалар мен web-серверлерде жұмыс үйлесімді істей береді. Сонымен қатар, технология нақты бағдарламалау тіліне байланысты емес және стандартты енгізу-шығару ағындарымен жұмыс істейтін кез келген тілде қолданылуы мүмкін.

CGIтехнологиясының бағдарлама өнімділігі жоғары емес. Сонымен қатар, CGI – бағдарламаның жұмысы үшін серверге кезекті рет жүгінгенде жеке процесс құрылады, бұл жүйелік ресурстардың көп санын талап етеді.

Ендірілген масштабталу құралдары аталған технологияда қарастырылмайды, бұл туралы әзірлеушілерге бөлек ойластыру жұмыстарын жасауға тура келеді.

CGI технологиясы – бағдарлама жүйесінің жеңіл кеңеюіне кедергі келтіретін орындауға дайын файлды ұсынады.

Бұл себептер қазір CGI - қосымшаларды әзірлеу жоғары өнімділікке ие әзірлеушілерге неғұрлым ыңғайлы болып табылатын дамыған платформаларды қажет етеді. Алайда, әзірленген қосымшалардың көп бөлігі CGI технологиясымен санасуға мәжбүр етеді, ал оның білімі жоғары деңгейлі платформалардың жұмысын түсіну үшін қажет.[8]

Personal Home Page Технологиясы

Personal Home Page (PHP) технологиясы өзінің тегін және ең танымал платформалардың қолдауының арқасында кеңінен таралған. Ол Active Server Pages алғаш рет пайда болған үлгілерден беттерді құру принципіне негізделеді, бірақ оны дамытады және толықтырады. PHP беттерінде қарапайым HTML беттердің түрі бар, онда арнайы түрді қолдану <?phpжәне?>мүмкіндігі де қарастырылған. Тэгтер арасында PHP сценарийлерінің арнайы тілінде бағдарламалық код жолдары енгізіледі.

Үлгілердің принципі әзірлеушілерге бағдарламаны әлдеқайда жылдам және дәстүрлі CGI технологияларының бағдарламаларына тән, HTML мазмұнын шығару ағынына қатесіз жазуға мүмкіндік берді. Қазіргі таңда шаблондарда жасалған жүйелер ауқымы деректер базасынан XML-ге негізделген ірі электрондық коммерция қосымшаларына дейін қарапайым беттерден құралған. Үлгі жүйелері әзірлеушілер арасында өте танымал, себебі типтік сайттар үшін ең қолайлы. Мұндай шешімдер ColdFusion, PHP, JSP және ASP қамтиды, олардың ішінде PHP ең кең тараған.

Платформаның негізгі артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырайық:

- PHP-да қолданылатын тіл қарапайым және ыңғайлы, бірақ толық мағынада объектілі-бағытталған емес;
- PHP үшін кең кітапханалар, сондай-ақ әртүрлі міндеттерді шешу үшін көптеген кіріктірілген функциялар бар;
- Apache Web серверімен PHP қолданғанда құрылғысерверді кеңейту құралы ретінде ядроны тиімді орындайды. Қалған жағдайларда платформаның өнімділігі жоғары емес;
- PHP масштабтаудың меншікті қаражаты жоқ, кластерлеу бойынша барлық мүмкіндіктер Web-серверге және әзірлеушілерге толығымен жатады;
- Интеграция мүмкіндіктері заманауи талаптарға сәйкес келмейтін модульдерді қосумен және сыртқы функцияларды пайдаланумен шектелген.

PHP-дың үлгі әдісі, барлық үлкен мүмкіндіктерде елеулі кемшіліктерді жасырады. PHP-ға да, ASP-ға қолданылатын осы әдістің жалпы кемшіліктерінен JSP келесілерді таңдау қажет:

- Файл-бетті тек бағдарламалауды да, HTML де жақсы білетін адам ғана қолдай алады, бұл жоғары біліктілікті талап етеді;
- Белгілі бір уақытта бір файл тек бір адамды ғана пайдалана алады. Бұл программист немесе дизайнер жұмыс істейді дегенді білдіреді. Яғни, ол ықтимал болатын жерде еңбек бөлінуінің мүмкін еместігі байқалады;
- Бизнес логиканы басқарушы элементтер бойынша бөлінген файл-беттерде сақтау оны екінші деңгейдегі объектілерге шығарудың қиындығына әкеледі.

Сонымен қатар, өнімділік, масштабталу, бағдарламалау тілі және кеңейту және интеграция мүмкіндіктері бойынша шектеулер ауқымды жүйелерді әзірлеу кезінде платформаны пайдалануға кедергі келтіреді.

Java Servlets Технологиясы

Java Servlets (сервлеттер) технологиясы CGI технологиясының және API сервердің кеңейтілуінің мәселелерін шешу үшін Java платформасының артықшылықтарын пайдалану мақсатында Sun Microsystems компаниясымен әзірленген. Технология бір процесте жіп сияқты барлық сұраныстарды орындай отырып, өнімділік мәселесін шешеді. Сервлеттер де ресурстарды оңай бөлісе алады және ол платформаға байланысты емес, себебі Java Virtual Machine (JVM) ішінде орындалады.

Технология кең функционалды мүмкіндіктерге ие. Кітапханалардың көп саны әзірлеуге қажетті әртүрлі құралдарды ұсынады. Java қауіпсіздік моделі, мысалы, файл жүйесінің белгілі бір бөлігіне ғана кіруге мүмкіндік береді. Java ерекшеліктерінің өңделуі сервлеттер C / C ++ серверлерінің кеңеюіне қарағанда анағұрлым сенімді құрал етеді.

Кез келген сервлет Java класы болып табылады, сондықтан, сервлет - контейнер деп аталатын Java VM ішінде орындалуы тиіс (servlet container, servlet engine). Сервлет-контейнер сервлет класын оған бірінші рет жүгінген кезде немесе серверді арнайы көрсеткен кезде бірден жүктейді. Бұдан әрі

сервлет нақты түсірілгенге дейін немесе контейнер тоқтағанға дейін сұраныстарды өңдеу үшін жүктеліп қалады.

Технология кең таралған және барлық танымал Web-серверлермен (Netscape бастап Enterprise Server, Microsoft Internet Information Server (IIS), Apache, Sun бастап Java Web Server) қолданылуы мүмкін.

Сонымен қатар, бұл серверлерге сұраныс тақырыптары, олардың түрі және т.б. сияқты кез келген төмен деңгейлі деректерді пайдалана отырып, кез келген деңгейдегі сұраныстарды өңдеуге мүмкіндік береді.

Сервлеттер бір процесте, оның ішінде ағындарды құру арқылы өңделетін болғандықтан, сервлеттердің бағдарламалық код ағыны қауіпсіз болуы тиіс. Бұл программистке белгілі бір жауапкершілік жүктейді, бірақ сервлеттер сыныптарындағы өрістерді пайдаланудан бас тарту және қажетті деректерді контекстте немесе сыртқы қоймада сақтау сияқты стандартты әдістердің көмегімен кодтың мұндай қасиеттеріне оңай қол жеткізіледі. Бұл ретте сервлеттер масштабталу сияқты баға жетпес артықшылыққа ие болады.

Сонымен, сервлеттер CGI бағдарламаларының өнімділігін шектемей web-қосымшаларды құру үшін компоненттік, платформаға тәуелсіз әдіспен қамтамасыз етеді. Олар қолжетімді қолданбалы API кең ауқымына ие, барлық Java артықшылықтарын пайдалануға мүмкіндік береді, оңай кеңейтіледі және масштабталады, барлық танымал Web-серверлермен қолдау көрсетеді. Мұның бәрі оларды ірі Web-жүйелерді әзірлеудің тамаша құралы етеді.

Java Server Pages Технологиясы

Sun Microsystems компаниясынан Java Server Pages (JSP) технологиясы Java Servlets технологиясына қондырма болып табылады, ол шаблон әдісін қолдану арқылы web-қосымшаларды тез және қарапайым әзірлеуді қамтамасыз етеді.

JSP архитектурасы мен артықшылықтарын түсіну үшін Java Servlets технологиясын білу қажет, өйткені олар өзара тығыз байланысты. Java Server Pages беттері HTML беттерінің PHP және ASP үлгілеріне ұқсас үлгілерін ұсынады. Басқа да осындай технологиялардан негізгі айырмашылығы арнайы тэгтер ішіндегі код бетке жүгінгенде түсіндірілмейді, алдын-ала Java Servlet компиляцияланады. Үлгінің статикалық учаскелері оларды шығару ағынына орналастыру үшін функциялардағы шақыруларға түрлендіріледі. Код сервлет ішінде болатындай компиляцияланады. Сервлеттерге JSP беттер компиляция еңбек сыйымдылығы болып табылады, бірақ бетке бірінші рет жүгінген кезде немесе сервлет - контейнерді қосқан кезде бір рет жүргізіледі.

JSP технологиясы сайттарды құрастырудың үлгі әдісін және Java платформасының барлық артықшылықтарын ұтымды біріктіреді. Осы технология кәсіби коммерциялық әзірлеушілер арасында да кеңінен таралған ашық тегін жобаларды құру кезінде қолданылады. Үлгі әдісті кеңейтудің маңызды қадамы тэг кітапханалары (tag libraries) деп аталады. Бұл стандартты, таныс емес немесе жеке бағдарламалық компоненттерді беттерге біріктірудің ыңғайлы мүмкіндігі. Мұнда элементтерді құру мен оларды пайдаланудың қарапайымдылығы тэг кітапханаларының танымал болуына әкелді.

Java негізіндегі жұмыс негізінде JSP технологиясының нақты аппараттық немесе бағдарламалық платформасына байланысты емес. JSP технологиясы гетерогенді ортада пайдалану үшін оңтайлы шешім болып табылады.

Технология өнімділігі архитектураның объективті ерекшеліктерімен шектеледі. Біріншіден, беттер айтарлықтай уақыт алатын сервлеттерге біріктірілуі тиіс. Екіншіден, сервлеттер Java орындау ортасында, яғни интерпретация режимінде орындалады. Алайда, бұл шектеулер қосымша мүмкіндіктермен өтеледі. Қазіргі заманғы контейнерлер серверлерді кластерлеуді жан-жақты қолдайды, бұл барлық жүктемені аппараттық қамтамасыз етуге аударады. Бұл экономикалық тұрғыдан дәлелденген және қарапайым шешім болып табылады. Сервлеттерге компиляция жасау міндеті бір реттік немесе сервлет-контейнерді іске қосу кезінде ғана жүргізіледі. Осылайша, бұл жеткілікті уақыт кезеңінде қарау кжағдайында жүйенің жалпы өнімділігіне әсер етпейді.

JSP технологиясының негізгі артықшылығы - үлгі әдісіне тән, таныс емес кітапханалардың көп санының болуы, оларды пайдалану жеңілдігі, қуатты және әр түрлі даму ортасының бар болуы. JSP технологиясы барлық осы факторларының арқасында Web-сайттарды құру кезінде әзірлеудің ең перспективалы базалық технологиясы болып табылады. Алайда, күрделі Web-шектеу жүйелерін құру кезінде шаблонды әдіс қолданылатын шектеулер оларды дамытуға кедергі болады.

Microsoft .NET технологиясы және ASP .NET ортасы

.NET технологиясы Microsoft компаниясының жаңа әзірлемесі болып табылады және қосымшалар арасындағы өзара әрекеттесу құралдарын дамытудағы жаңа кезең ретінде ұсынылған.

Қазіргі уақытта ол Microsoft Windows операциялық жүйелерінің отбасына, сондай-ақ жаңа Windows Server 2003 өнімінде.NET Framework қосымша ретінде қол жетімді. Сонымен қатар, басқа операциялық жүйелерде.NET Framework құру бойынша жұмыстар көптеп жүргізілуде. Платформа .NET қосымшаларды әзірлеуді жеңілдетеді және код сенімділігін арттырады. Атап айтқанда, ол кластар кітапханаларының тілдеріне бейтарап және тілдің шекарасын жарып өтетін объектілердің жұмыс істеу уақытын автоматты басқаруды қамтамасыз етеді. Негізгі .NET-Common Language Runtime (тілдерді орындаудың жалпы ортасы) операциялық жүйенің жүйелік қызметтеріне сүйенеді және кез келген заманауи бағдарламалау тілінде жазылған кодтың орындалуын басқарады. Базалық класстар жиынтығы әзірлеушілер кез келген бағдарламалау тілінен пайдалана алатын платформа сервистеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді Common Language Runtime базалық класстармен бірге . .net платформа негізін құрайды.

NET жоғары деңгейлі сервистерді ұсынады:

- Ado .net - деректер алмасу үшін XML және SOAP қолданатын ADO жаңа буыны;
- ASP .NET - Web беттерді бағдарламалау үшін кез келген (.net үйлесімді) тілді пайдалануға мүмкіндік беретін ASP жаңа нұсқасы;
- Windows Forms және Web Forms-жергілікті және Web-бағытталған пайдаланушы интерфейсін құруға арналған сыныптар жиынтығы.

Қолданыстағы базалық технологияларды талдау

Сонымен, осыған дейін браузер қосымшаларын құрудың ең танымал базалық технологиялары қарастырылды. Қарастырылған серверлік қосымшалардың архитектурасына келесі негізгі әдістерді ерекшелеп атауп өтуге болады:

1. Сұраныстарды жеке орындау. Әрбір динамикалық сұрау кезінде өңдеу үшін жеке бағдарлама іске қосылады. Бағдарлама клиентке берілетін мазмұнды жасайды. Бұл әдіс классикалық CGI-скриптерде қолданылады.

2. Орындалатын процестерді жинақтау. Бұл әдіс алдыңғыға ұқсас, бірақ егер сұраныс қайта орындалса, бағдарламаның жаңадан іске қосылуы орындалмайды, ол өңдеуі бар процеске беріледі. Бұл әдіс Java Servlets, Fast CGI технологияларында қолданылады.

3. Бет үлгілері. Сұраныс кезінде үлгілер динамикалық мазмұнмен толтырылады, әдетте, бірақ интерпретацияланатын сценарий тілінде жасалуы міндетті емес. Әдіс ASP, JSP, PHP технологияларында қолданылады.

4. Web-серверді кеңейту. Web-сервер динамикалық мазмұнды өңдеу үшін ерекше кеңейтімдерге жүгінеді. Кеңею Web-серверге ғана тән. Бұл әдісде API, NSAPI, mod_perl қолданылады.

Көрсетілген әдістердің әрқайсысының өз мүмкіндіктері мен шектеулері, тиісінше өзінің қолданылу саласы бар. Сұраныстарды жеке орындау моделі өнімділікті айтарлықтай баяулатады. Үдерістерді жинақтау нұсқасы осы технологиялардың дамуы болып табылады және өнімділікті арттырады, сонымен қатар әзірлеудің барынша икемділігін сақтайды. Үлгі әдісі шағын жүйелерді әзірлеу кезінде өте ыңғайлы, алайда күрделілік ұлғайған кезде ол даму процесін төмендете бастайды және бұл ірі жүйелер үшін қолайлы емес. Сонымен қатар, ол төмен өнімділігімен ерекшеленеді, бірақ зерттеулер белгілі бір жағдайларда айтарлықтай жоғары көрсеткіштерді көрсетіп, амалмен бәсекелесе алатынын көрсетеді. Web-сервердің кеңеюі әзірлеудің ең ыңғайлы құралы емес, жүйені белгілі бір Web-серверге қатаң байланыстырады, бірақ максималды өнімділікті көрсетеді және өңдеуде барынша икемділікті береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. А.И.Сурин, Александр Русак, С.А.Брик, Павел Храмцов. Основы WEB-технологий. М.: ИТУИТ.РУ, 2013. – 512 с.

2. Б. Форта. Освой самостоятельно регулярные выражения. М.: “Вильямс”, 2015. – 184 с.

3. Д.Шеперд. Освой самостоятельно XML. М.: “Вильямс”, 2012. – 432 с.

4. А.Старыгин. XML: разработка Web-приложений. СПб. : “БХВ-Петербург”, 2013 .— 585 с.

5. С.Шорт. Разработка XMLWeb-сервисов средствами Microsoft .NET. СПб. : “БХВ-Петербург”, 2013 . — 480 с.

6. Э.Ньюкомер. Веб-сервисы :XML, WSDL, SOAR и UDDL. СПб. : Питер, 2016. – 345 с.

7. Д. Джеймс, Д.Крейн, Э.Паскарелло. AJAX в действии: технология - AsynchronousJavaScriptandXML = AJAXinAction. М.: “Вильямс”, 2016. - 640 с.

8. Морони Лоуренс. “Введение в MicrosoftSilverlight 3”. М. “MicrosoftPress”, 2016. – 290 с.

Досмаилова Г.М., Қатаев Н.С.

Архитектура работы технологий создания серверного браузер приложения

Резюме. При разработке приложений серверного браузера необходимо выбрать основную технологию, базирующуюся на определенном приложении. В статье представлены PHP, JSP, Java Servlets для различных классов, рассматриваются ASP.NET технологии, приводятся их преимущества и недостатки. Кроме того, сделаны общие выводы о применении технологий для разработки серверного Web приложения или платформы.

Ключевые слова: сервер, браузер, приложение, технология, платформа, разработка

УДК 658.7

Aikumbekov M.[1], Kamzina A.[1], Izbairova A.[1], Musabaev B.[1], Saidinbaeva N.[2]
([1]Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev
[2]Kazakh automobile and road Institute after L. B. Goncharov
e-mail: muslim050182@mail.ru

USE OF SIMULATION METHODS FOR OPERATIONAL MANAGEMENT OF VEHICLES AT THE TERMINAL

Annotation. For the rational organization of container flows, it is necessary to calculate the processing capacity of the container terminal based on the site capacity and mechanization means. The article deals with the issue of functioning of a container terminal on the principles of logistics and considers the use of the terminal as a point of interaction between railway and road transport.

Keywords: design, operation and modernization of various types of simulation systems, functioning of the container terminal

Айкумбеков М.Н.[1], Камзина А.Д.[1], Избаирова А.С.[1], Мусабаев Б.К.[1], Сайдинбаева Н.Д.[2]
([1]Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан
[2]Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б.Гончарова,
Алматы, Республика Казахстан)

Аннотация. Для рациональной организации контейнеропотоков необходимо рассчитывать перерабатывающую способность контейнерного терминала по емкости площадки и средствам механизации. В статье рассмотрен вопрос функционирования контейнерного терминала на принципах логистики и рассмотрена сторона использования терминала как пункта взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта.

Ключевые слова: проектирование, эксплуатация и модернизация различного рода систем имитационного моделирования, функционирование контейнерного терминала

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ АВТОТРАНСПОРТА НА ТЕРМИНАЛЕ

Проектирование, эксплуатация и модернизация различного рода систем управления порождает задачи, связанные с функционированием не только отдельных элементов и звеньев, но и системы в целом. Существенное значение приобретают вопросы структуры системы, взаимосвязи ее элементов, а также взаимодействия системы с внешним окружением.

При функционировании контейнерных терминалов возникает большое число проблем, которые приходится решать чисто эмпирически: определение необходимого для перевозок количества автомобилей, оперативное управление их работой, установление оптимального числа кранов и режима их работы, выбор условий взаимодействия различных видов транспорта, специализация контейнерных площадок и определение их вместимости и т.д. Обоснованно решить подобные вопросы можно лишь имея определенный аппарат, позволяющий проследить влияние технических и технологических решений на показатели работы системы.

Функционирование терминала представляет собой пример поведения сложной системы в условиях влияния многообразных случайных воздействий и различных видов взаимодействий между элементами системы. Наиболее продуктивным методом в исследовании подобного рода систем

является метод машинной имитации [1-2]. По определению Т. Нейлора, под машинной имитацией понимается численный метод проведения на ЭВМ экспериментов с математическими моделями, описывающими поведение сложных систем в течение продолжи тельных периодов времени Главной особенностью метода машинной имитации является то, что исследование сложной системы основывается на результатах экспериментов, проводимых не с реальной системой, а с ее математическими моделями на ЭВМ; при этом такие модели можно строить, учитывая все многообразие реальных процессов, не заботясь о сложности и громоздкости получаемых построений.

Как и любой численный метод, метод имитационного моделирования обладает существенным недостатком решение всегда носит частный характер, соответствующий фиксированным значениям параметров системы и начальных условий. Тем не менее по результатам моделирования возможны любые качественные исследования.

Исходные данные о микрохарактеристиках работы терминалов часто интерпретируются как случайные величины, подчиняющиеся определенным законам распределения. Естественно, хорошо, когда с достаточной степенью точности их законы распределения можно отнести к известным и несложно моделируемым законам (равномерному, нормальному, экспоненциальному, эрланговскому, и др.). Однако во многих случаях это сделать не удается, и исходная информация представляется в виде гистограмм плотности распределения тех или иных значений. При использовании методов машинной имитации это обстоятельство не вызывает особых трудностей, поскольку эти методы позволяют работать и с таким образом представленными данными. Это означает, что имитационное моделирование позволяет использовать в качестве исходной информации фактические распределения микрохарактеристик, что повышает надежность результатов.

При проведении имитационного эксперимента задаются времена обслуживания автомобиля тем или иным элементом терминала, являющиеся случайными величинами, распределенными по заданным вероятностным законам (проезд автомобиля от одного обслуживающего устройства к другому интерпретируется как отдельный элемент терминала).

Все автомобили, прибывающие на терминал, разбиваются на конечное число типов (линейный автомобиль-тягач без полуприцепа или с полуприцепом и т.д.). Времена поступления автомобилей на терминал и состав входящего потока также являются случайными величинами, распределенными по заданным вероятностным законам.

Опишем процесс прохождения отдельного автомобиля через терминал. Будем характеризовать каждый автомобиль набором параметров:

μ_1^i – тип i-го автомобиля;

μ_2^i – номер элемента обслуживающего устройства, на котором в данный момент находится i-й автомобиль;

Z_1^i – время, оставшееся до окончания обслуживания i-го автомобиля на μ_2^i-м элементе (если i-й автомобиль находится в очереди, то $Z_1^i = \phi$, где ϕ – некоторое фиктивное значение);

Z_2^i – время, оставшееся до окончания обслуживания предыдущих автомобилей на μ_2^i-м элементе (если i-й автомобиль не находится в очереди, то $Z_2^i = \phi$).

В каждый момент времени t i-й автомобиль описывается вектором:

$$Z_i(t) = \left\{\mu_1^i(t); \mu_2^i(t); Z_1^i(t); Z_2^i(t)\right\} \tag{1}$$

компоненты μ_1^i и μ_2^i которые принимают только целочисленные значения, а компоненты Z_1^i и Z_2^i принимают действительные или фиктивные значения. Функции $Z_1^i(t)$ и $Z_2^i(t)$ в любой момент времени имеют следующий вид:

$$Z_1^i(t) = \begin{cases} \phi, \text{ если } Z_1^i(t_0 = \phi) \\ t_0 - t_1, \text{ если } Z_1^i(t_0) \neq \phi \end{cases}, \tag{2}$$

$$Z_2^i(t)=\begin{cases}\phi, \text{если } Z_2^i(t_0=\phi)\\ t_0-t_1, \text{если } Z_2^i(t_0)\neq\phi\end{cases}. \quad (3)$$

В момент времени t^*, когда одно из значений Z_1^i или Z_2^i обращаются в нуль, происходит скачкообразное изменение состояния i-го автомобиля, заключающееся в следующем:

а) $Z_1^i(t^*)=0$ – закончено обслуживание i-го автомобиля на μ_2^i-м элементе. По значению компонент μ_1^i и μ_2^i выбирается однозначно номер следующего элемента обслуживания N_i и этот номер присваивается компоненте $\mu_2^i:\mu_2^i(t^*+0)=N_i$.Если у элемента с номером N_i очередь отсутствует, то $Z_1^i(t^*+0)=t_в$, где $t_в$ – случайная величина, распределенная по заданному вероятностному закону, соответствующему значениям N_i и μ_2^i, а $Z_2^i(t^*+0)=\phi$. В противном случае (когда имеется очередь):

$$Z_1^i(t^*+0)=\phi;\ Z_2^i(t^*+0)=t_j, \quad (4)$$

где t_j – сумма времен обслуживания автомобилей, стоящих в очереди у элемента с номером N_i

.

б) $Z_2^i(t^*)=0$ – i-й автомобиль после ожидания в очереди поступил на обслуживание на элемент с номером μ_2^i. В соответствии со значениями компонент μ_1^i и μ_2^i генерируется случайная величина t_a, означающая время обслуживания автомобиля μ_1^i-го типа μ_2^i-м элементом.

$$Z_1^i(t^*+0)=t_a;\ Z_2^i(t^*+0)=\phi\ . \quad (5)$$

Таким образом, динамика состояния i-го автомобиля полностью описана.

Перейдем теперь к описанию функционирования терминала как системы в целом. В каждый момент времени t состояние терминала описывается вектором $Z(t)=\{\nu,Z^\nu\}$ с компонентами, имеющими следующий смысл:

$$\nu(t)=\{\nu_1,\nu_2,...,\nu_s\};\ Z^\nu(t)=\{Z_1^\nu;Z_2^\nu;...;Z_r^\nu\}, \quad (6)$$

где ν_1 – количество рассматриваемых для конкретного случая элементов обслуживания терминала;

ν_2 – количество находящихся на терминале автомобилей;

ν_{2+2i-1} – тип i-го автомобиля;

ν_{2+2i} – номер элемента обслуживающего устройства, на котором находится автомобиль;

Z_{2i}^ν – время, оставшееся до конца обслуживания предыдущих автомобилей на ν_{2+2i}-м устройстве.

В любой момент времени t_0 динамика системы описывается уравнениями (2, 3) для каждого i. Момент времени t^*, когда происходит скачкообразное изменение состояния системы, определяется по формуле:

$$t^*=\min_i\{t_i\}, \quad (7)$$

где t_i решения уравнений $Z_1^\nu(t)=0$ $i=1,2,...,\nu_2$.

В моменты изменения состояния системы выдаются выходные сигналы, вид которых зависит от цели проведения имитационного эксперимента. Обычно выходной сигнал имеет вид $y(t)=\{\lambda_1,\lambda_2,t\}$, где λ_1 – тип автомобиля; λ_2 – номер элемента обслуживающего устройства. Имея набор значений выходных сигналов y за период моделирования, несложно вычислить количество времени, потраченное автомобилями каждого типа на ожидание в очереди у каждого элемента обслуживания, а также простой самих элементов обслуживания.

Если в момент t^* очередной автомобиль покидает терминал, то новое состояние системы определяется следующим образом: $\nu_2=\nu_2-1$, а в векторах ν и Z^ν вычеркиваются компоненты, описывающие состояние выбывающего автомобиля. В систему могут поступать входные сигналы о пребывании новых автомобилей. В этом случае новое состояние системы определяется следующим образом: $\nu_2=\nu_2+1$ и к компонентам векторов ν и Z^ν добавляются по две компоненты, определяемые типом поступающего автомобиля [3-5].

Функционирование описанной системы происходит следующим образом. В начальный момент времени t_0 задается начальное состояние системы:

$$Z(t_0)=\{\nu(t_0);Z^\nu(t_0)\}; \tag{8}$$

Затем вычисляется первый момент скачкообразного изменения состояния системы. На момент времени t^*+t_0 изменяется соответствующие компоненты вектора системы. Затем вычисляется следующий момент t_2^* скачкообразного изменения состояния системы и т. д.

На рисунке 1 приведена обобщенная блок-схема функционирования описанной системы. Остановимся на ней подробней.

Блок 1. Задается начальное состояние системы и время моделирования T_3; набор элементов обслуживания, определяющих тип и вид исследуемого терминала; распределения времен обслуживания автомобилей этими элементами в виде таблиц; время t_1 поступления первого входного сигнала о прибывающем на терминал автомобиле; интенсивность и состав прибывающего потока автомобилей.

Блок 3. Для каждого из находящихся на терминале автомобиля вычисляется время наступления узлового момента (изменения состояния этого автомобиля). Это значение заносится в вектор $T(I)$, где I – количество автомобилей, находящихся на терминале.

Блок 4. Производится поиск минимального положительного элемента $t^*=t_i$ из вектора $T(I)$; i – номер соответствующего автомобиля.

Блок 6. Производится изменение состояния системы за промежуток времени $t_{\min}$ по закону:

$$Z_1^i(t^*)=Z_1^i(t)-t_{\min};\ Z_2^i(t^*)=Z_2^i(t)-t_{\min}, \tag{9}$$

где i = 1, 2, ..., I ($\phi+a=\phi$ для всех a).

Блок 13. Формируется входной сигнал о типе поступающего на терминал автомобиля в соответствии с заданным составом потока.

Блоки 10, 14. Формируется вид и содержание выходного сигнала в соответствии с целью проведения имитационного эксперимента.

Блок 15. В соответствии с содержанием входного сигнала производится определенное изменение состояния системы.

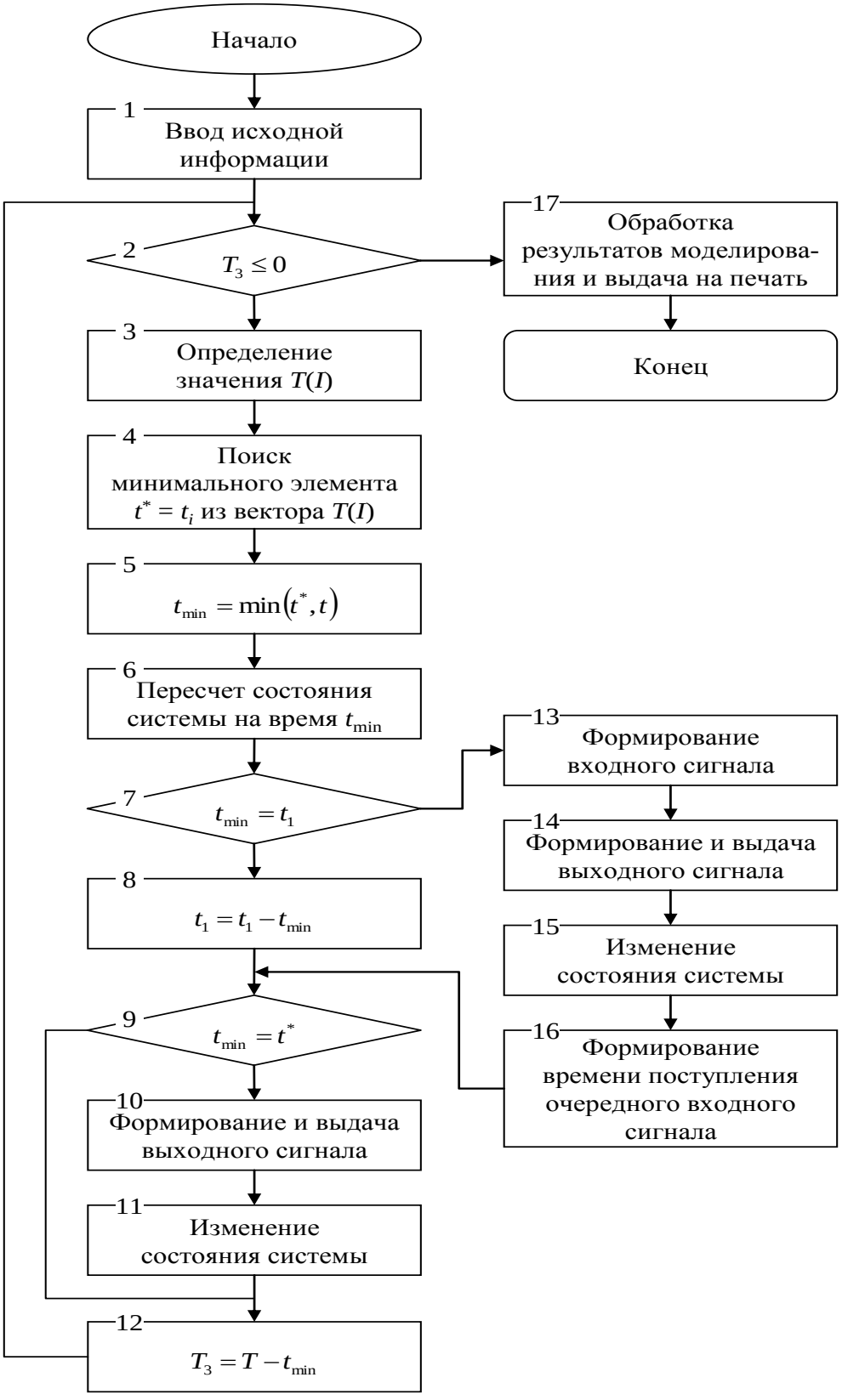


Рис. 1. Обобщенная блок-схема функционирования контейнерного терминала

Блок 16. В соответствии с заданной интенсивностью прибывающего потока автомобилей производится формирование значения промежутка времени, по истечении которого (начиная с данного момента) на терминал прибудет очередной автомобиль.

Блок 11. Производится скачкообразное изменение вектора состояния *i*-го автомобиля, определяемого пунктами 1, 2.

Примечание. Если дополнительной целью имитационных экспериментов является определение времени простоя контейнеров, то необходимо ввести дополнительный массив $TK(N)$ где $TK(i)$ – время простоя *i*-го контейнера, $i = 1,2,...,N; N$ – количество имеющихся на терминале контейнеров. В этом случае в блоке 6 производится дополнительная операция:

$$TK(i) = TK(i) + t_{\min};\ i = 1,2,...,N. \quad (10)$$

Если автомобиль забирает i-й контейнер, то он соответственно выбывает из рассмотрения, а на печать дополнительно выдается значение $TK(i)$. В блоке 1 нужно также задать начальные значения времен простоя для имеющихся на терминале контейнеров, т.е. задать значение массива $TK(N)$.

Вывод: Для рациональной организации контейнеропотоков необходимо учитывать перерабатывающую способность терминалов, которая определяется с одной стороны емкостью площадки, а с другой – количеством и технологией работы средств механизации.

Для определения перерабатывающей способности терминала по емкости площади и средствам механизации его можно рассматривать как СМО. В которой контейнеры являются некоторыми требованиями, а контейнеро-места – каналами обслуживания. Под обслуживанием в данном случае следует понимать хранение контейнера на терминале.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем / Н.Б. Кобелев. – М.: Дело, 2013. – 336 с.

[2] Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов / А.Н. Колмогоров. – М.: Наука, 1997. – 304 с.

[3] Еловой И.А. Экономическая оценка транспортно-технологических систем доставки продукции // Бюллетень транспортной информации. – М., 2010. – № 6 (60). – С. 33-39

[4] Семененко А.И., Сергеев В.И. Логистика. Основы теории: Учебник для вузов. – СПб.: Союз, 2013. – 544 с.

[5] Кизим А.А. Концепция построения региональной транспортно-логистической системы: вопросы теории и практики: Монография. – Краснодар: Куб. гос. ун-т, 2014. – 658 с.

Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Избаирова А.С., Мусабаев Б.К., Сайдинбаева Н.Д.

Терминалда автокөлік жұмысын жедел басқару үшін имитациялық модельдеу әдістерін қолдану

Түйіндеме. Контейнерлік ағындарды тиімді ұйымдастыру үшін контейнерлік терминалдың алаң сыйымдылығы мен механикаландыру құралдары бойынша қайта өңдеу қабілетін есептеу қажет. Мақалада логистика, қағидаттарында контейнерлік терминалдың жұмыс істеу мәселесі қарастырылды және терминалды теміржол және автомобиль көлігінің өзара әрекет ету пункті ретінде пайдалану жағы қарастырылды.

Түйінді сөздер: имитациялық үлгілеудің әртүрлі жүйелерін жобалау, пайдалану және жаңғырту, контейнерлік терминалдың жұмыс істеуі

UHF, DTH, M-QAM, DDS

A. Tolegenova ., L. Soboleva., N. Smailov., T. Amantayev

(Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
S.Seifullin Kazakh AgroTechnical university, Nursultan, Republic of Kazakhstan)

e-mail: arai82@bk.ru , Nur_aly.kz@mail.ru

FLEXIBLE SOLID POWER AMPLIFIERS FOR USE IN SPACE

Annotation: This paper presents a simplified design of a solid-state power amplifier) with variable output power (flexible solid-state power amplifiers) and its new type for on-board applications. For satellite applications, uplink loss of fading can be compensated for by automatically adjusting the level by increasing the gain of the amplifier, but to reduce losses in the downlink, it is necessary to increase the output power of the power amplifier. This can be achieved through the use of a flexible solid state power amplifier to compensate for the loss of attenuation in the downstream.

Key words: RF, ALC, SSPA, dynamic displacement schemes, linearity, added power, power amplifier,

А.С. Толегенова, Л.А Соболева, Н.К. Смайлов, Амантаев Т.Б.
(Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан,
КазАТУ им. С.Сейфуллина, г. Нурсултан, Республика Казахстан,
e-mail: arai82@bk.ru , Nur_aly.kz@mail.ru)

ГИБКИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОСМОСЕ

Аннотация: В этой работе представлен упрощенный дизайн твердотельного усилителя мощности) с изменяемой выходной мощностью (гибких твердотельных усилителей мощности) и его новый тип для бортового приложения. Для спутниковых приложений потери от замирания в восходящей линии можно компенсировать с помощью метода автоматического регулирования уровня за счет увеличения коэффициента усилителя, но для снижения потерь при нисходящей линии связи необходимо увеличить выходную мощность усилителя мощности. Это может быть достигнуто за счет использования гибкого твердотельного усилителя мощности для компенсации потерь затухания в нисходящем потоке.

Ключевые слова: RF, ALC, SSPA, динамические схемы смещения, линейность, добавленная мощность, усилитель мощности, UHF, DTH, M-QAM, DDS.

Введение

Когда спутниковая технология находились на шаге развития, космический сегмент был значительно упрощен по сравнению со сложным наземным сегментом. Позже с развитием технологии наземные сегменты были сделаны максимально простыми и переносимыми, а космический сегмент становился громоздким и сложным. Производительность, разработанная один раз, была неизменной (фиксированной) для предполагаемого срока службы от 7 до 15 лет. Ограничение с такими полезными нагрузками заключается в том, что в течение указанного срока технология продвинулись намного быстрее, но пользователь должен использовать доступные сервисы, уже находящиеся на борту. Необходимо сделать так, чтобы параметры канала, такие как (C / N, эквивалентная изотропно-излучаемая мощность, охват, частота использования), были доступны, чтобы любое новое требование могло быть выполнено даже после запуска спутника. Гибкая полезная нагрузка позволяет пользователю изменять эквивалентная изотропно-излучаемая мощность, изменяя выходную мощность RF SSPA, не влияя на эффективность.

Эффективность, являющаяся ключевым параметром, было вложено много усилий для достижения высокой эффективности усилителя мощности радиочастоты, такого как преобразователь постоянного тока [1], цифровое управление с использованием переключателя и переключателя смещения [2]. Однако решения, предложенные [1] и [2], не являются удовлетворительными для переносного беспроводного приложения из-за высокой сложности и высокой стоимости. Линейность усилителей класса A и класса AB хороша для приложений усилителя мощности, но энергоэффективность этих двух типов плохая [3-4]. Усилители мощности переключения, такие как усилители класса D, класса E и класса F, имеют высокую энергоэффективность, но они работают как нелинейные усилители и могут создавать помехи для соседних каналов [5-8].

Для космических применений была предложена очень ограниченная работа [13-14]. Более того, они основаны только на теоретической концепции, которую трудно реализовать практически для применения в космосе. Сценарий для космического оборудования совсем другой, чем наземное оборудование. Одной из важнейших проблем является выработка электроэнергии на постоянном токе, управление температурой, многократное использование и корона из-за работы в вакууме, ионизирующих излучений, наличия квалифицированного компонента в космосе, рекомендаций по надежности, неподдающегося ремонту оборудования и т.д. Для наземных применений наличие мощности постоянного тока и удаление тепла не вызывает серьезной озабоченности, но для спутникового применения, где Солнце является единственным источником энергии, а проводимость является единственной средой для рассеивания тепла, выработка электроэнергии постоянным током и управление температурой очень важны. По сравнению с наземным оборудованием, существует больше ограничений на выбор компонентов для космического оборудования из-за различных рекомендаций по надежности. Например, доступность активного устройства (биполярный переходной транзистор, полевой транзисор металл-полупроводник и т. д.), которое является сердцем активных подсистем с более высокой эффективностью, ограничено для космических приложений. Также необходимо использовать устройства с установленными инструкциями по снижению номинальной мощности для

соответствия критериям надежности устройства. Чем выше эффективность устройства, тем меньше рассеиваемая мощность и улучшаются тепловые характеристики, что приводит к поддержанию определенной температуры канала устройства и, следовательно, надежности.

Таким образом, очень полезно повысить эффективность любого активного устройства во всех приложениях. В этой статье мы приводим упрощенный метод, с помощью которого аппаратное обеспечение может быть легко реализовано.

Основная часть

В зависимости от зоны обслуживания и требований пользователя усилитель мощности выбирается для дизайна спутникового транспондера. Общей практикой является разработка полезной нагрузки с использованием современных подсистем, доступных на рынке. Например, 100 ватт твердотельного усилителя мощности для UHF (сверхвысокая частота) диапазона, серийное применение передовых технологий на 40 ватт для L-диапазона и твердотельного усилителя мощности на 15 ватт для C-диапазона доступны в полном объеме с дизайном космического наследия. Они обычно выбираются для конструкции спутникового транспондера. Все, что отличается от готового продукта космического наследия, нуждается в новом дизайне, а новая квалификация приводит к влиянию на стоимость и график. В следующих примерах показаны приложения, в которых требуются гибкие возможности твердотельного усилителя мощности с выходной мощностью.

Прием телевизионного сигнала на прямой (DTH) сильно искажен, и иногда прием телевизионного сигнала полностью теряется из-за дождя происходит затухания сигнала (особенно, когда связь находится в Ku-Band). Потери затухания дождя на восходящей линии связи могут быть достигнуты с помощью схемы автоматического регулирования уровня ALC на входе усилителя, которая компенсирует потери в тракте восходящей линии связи за счет увеличения малого усиления сигнала усилителя. Но для того, чтобы встретить убытки, снижающие темпы нисходящего потока, мощность передачи спутника должна быть увеличена. Это может быть достигнуто за счет увеличения входной мощности до конечных силовых устройств, но это приводит к жесткому насыщению устройства, которое влияет на надежность устройства. Другим подходом может быть использование более мощного усилителя мощности, чем обычно требуется. Этот усилитель большей мощности будет потреблять больше энергии, даже если нет дождя. Поэтому выгодно поддерживать более высокую мощность SSPA в цепи, работать на требуемом уровне мощности и автоматически увеличивать выходную мощность по мере необходимости, сохраняя при этом максимальную эффективность при отталкивании.

Растущее развитие телекоммуникаций приводит к крайне важной для спектрально эффективных методов модуляции.

Модификации M-QAM затем полезны для систем спутниковой связи. Но главная критическая точка заключается в том, что не постоянная огибающая, характерная для сигналов M-QAM, классически требует отвода мощности SSPA, которая наносит ущерб эффектам с добавленной мощностью. Следовательно, эти типы модуляции требуют сложного управления ресурсами мощности RF для удовлетворения спецификации линейности при сохранении потребления постоянного тока.

Большинство спутников, запущенных до сих пор, имеют фиксированный выход, выход которого можно варьировать с помощью телеуправляемого аттенюатора, но с очень низкой эффективностью при откате. Гибкая выходная мощность SSPA позволяет изменять выходную мощность при сохранении хорошей эффективности при выключении.

В таблице 1.1 показана зависимость между входным сопротивлением и потреблением энергии по постоянному току и мощностью с мощностью 20 Вт GaAs SSPA, разработанной для применения в космосе. Потребляемая мощность постоянного тока не уменьшается с той же скоростью, что и выходная мощность. Таким образом, эффективность резко снижается при каждом выходе на выходную мощность 3 дБ.

Таблица 1. **Зависимость между входным сопротивлением и потреблением энергии по постоянному току и мощности.**

Уровень входного сигнала RF	Гримаса (ДБм)	Мощность постоянного тока потребление (ватт)	η_{add} (%)
Номинальный	20	54	37
Pin-4	10	42	23
Pin-7	5	37	13

Потребляемая мощность постоянного тока устройств может быть изменена либо путем изменения напряжения DDS (Data Design System), либо путем изменения идентификаторов тока стока. Ток стока может быть изменен путем изменения напряжения Vgs от источника к источнику. Большинство авторов [13-15] предложили варьировать Vds, и несколько авторов предложили изменить их. Из этих работ не ясно, что когда изменяются параметры смещения, как осуществляется согласование импеданса устройств и других параметров для линейности. Для наземных применений не имеет большого значения, какой параметр изменяется, поскольку не так много внимания уделяется надежности, как для космических приложений. Многие авторы не объяснили детали того, какой параметр должен быть изменен для разных устройств. Для использования в космосе частое изменение напряжения затвора не рекомендуется, поскольку ток стока также будет меняться и, следовательно, надежность устройства. Наиболее важная причина заключается в том, что для таких устройств, как полевой транзисор металл-полупроводник, изменение напряжения затвора влияет на надежность и усиление устройства, поскольку напряжение на затворе также связано с взаимной проводимостью.

Если коэффициент усиления усилителя изменяется, в усилитель необходимо включить дополнительную схему компенсации усиления. Поэтому рекомендуется уменьшить напряжение стока, а не ток стока. Нелинейность устройства зависит от напряжения стока, поэтому уменьшение напряжения стока может влиять на линейность SSPA, поэтому необходимо убедится, что продукт межмодуляции остается в допустимых пределах. Более того, для космических применений еще одним важным аспектом является разработка линии, так что конечные силовые устройства не приводят к жесткому сжатию, влияя на надежность при нежелательных перегрузках до 20 дБ от земли. Для SSPA, использующих широкие единицы сжатия например, GaN (нитрид галлия), точка сжатия будет составлять 3-4 дБ, поэтому при возврате коэффициент усиления изменится на 3-4 дБ, для которого будет необходима компенсация усиления. В большинстве опубликованных работ не делается упор на такие аспекты надежности. Предлагаемая конструкция гарантирует, что надежность устройства не ухудшается в условиях перегрузки, а также для использования в космосе.

Для спутниковых приложений класс B или AB является предпочтительным для оптимальной производительности с точки зрения лучшей линейности и эффективности. Следующее объяснение демонстрирует отношение эффективности при насыщении и при выключении для постоянного напряжения стока [15].

При идеальном фиксированном напряжении класса B отношение эффективности стока с переменным и постоянным напряжением стока, заданное формулой:

$$\frac{\eta_d^{Var}}{\eta_d^{fixed}} = \frac{1+\alpha}{(1-\alpha)*\sqrt{\beta}+2*\alpha},$$

где α- представляет собой полевой транзистор «идеальный фактор» и β = Pout / Pout max, коэффициент отдачи. Для идеального устройство (α = 0), отношение всегда больше 1 что указывает на более высокую эффективность при расширенной насыщенностью. Таким образом, выше обсуждения показывают, что SSPA обеспечивает более высокую эффективность при насыщенности по сравнению с условием отвода.

Выводы: Концепция гибкого твердотельного усилителя мощности была продемонстрирована на уровне устройства с аппаратной реализацией с использованием подхода динамического смещения для приложений на борту. Из измеренных результатов видно, что значительный объем мощности, 2 Вт в 10 Вт твердотельных усилителей мощности и 90 Вт в 200 Вт твердотельный усилитель мощности, при подаче входного сигнала 3 дБ могут быть сохранены с использованием этого подхода. Для спутниковых применений необходимо максимально повысить эффективность использования энергии во всех рабочих условиях для надежной и экономически эффективной работы. Это достигается за счет контроля смещения постоянного тока на ступенях питания усилителя мощности для повышения общей эффективности электропитания. Достигнуто замечательное улучшение порядка 5% при отключении 3 дБ. В рамках последних разработок в области гибких полезных нагрузок во всем мире гибкие TWTA (Traveling Wave Tube Amplifiers) могут быть заменены гибкими SSPA. Используя этот твердотельный усилитель мощности, мощность передачи спутника может автоматически изменяться для удовлетворения потерь, вызванных потерей атмосферы и дождя. Надежность устройства также может быть улучшена за счет снижения расхода напряжения и температуры канала. Это рассматривается как

замечательная экономия энергии для использования в космосе, а также значительный способ улучшить доступность канала для приложения спутник прямой трансляции.

ЛИТЕРАТУРА

[1] G. Hanington, P. F. Chen, V. Radisic, T. Itoh, and P. M. Asbeck, “Microwave power amplifier efficiency improvement with a 10 MHz HBT DC–DC converter,” in IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., 2010, pp. 589– 592.

[2] Ranjan, M., Koo, K.H., Hanington, G., Fallesen, C. and Sbeck, P.A., “Microwave Power Amplifiers with Digitally- controlled Power Supply Voltage for High Efficiency and High Linearity, ” 2000 IEEE Interna-tional Microwave Symposium DigestMTT-S, Vol.1,pp.493496 (2008).

[3] Shin, S. and Lee, S., “An Adaptive Bias Circuits for High Efficiency Power Amplifier,”TENCON2000, Vol.2,pp.3032(2008).

[4] Kyounghoon Yang, Member, IEEE, George I. Haddad, Life Fellow, IEEE, and Jack R. East, Member, IEEE HighEfficiency Class-A Power Amplifiers with a Dual-BiasControl Scheme,” in IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 47, NO. 8, AUGUST 2009

[5] T. Sowlati, C. A. T. Salama, J. Sitch, G. Rabjohn, and D. Smith, “Low voltage, high efficiency GaAs Class E power amplifiers for wireless transmitters,” IEEE J. Solid-State Circuits., vol. 30, pp. 1074–1080, Oct.2012.

[6] F. H. Raab, “Class-F power amplifiers with maximally flat waveforms,” IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 45, pp. 2007–2012, Nov. 1997.

[7] B. Ingruber, W. Pritzl, and G. Magerl, “High efficiency harmonic control amplifier,” in IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., 2010, pp. 859–862.

[8] F. H. Raab, B. E. Sigmon, R. G. Myers, and R. M. Jackson, “High efficiency L-band Kahn-technique transmitter,” in IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., 2009, pp. 585–588.

[9] M. Iwamoto, A. Williams, P. F. Chen, A. G. Metzger, L. E. Larson, and P. M. Asbeck, "An extended Doherty amplifier with high efficiency over a wide power range," IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., vol. 49, no. 12, pp. 2472-2479, December 2008.

[10] T. Yamamoto, T. Kitahara, and S. Hiura, "50% drain efficiency Doherty amplifier with optimized power range for W-CDMA signal," 2007 IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., pp. 1263-1266, June 2007.

[11] M. J. Pelk, W. C. E. Neo, J. R. Gajadharsing, R. S. Pengelly, and L. C. N. de Vreede, "A high-efficiency 100-W GaN threeway Doherty amplifier for base-station applications," IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., vol. 56, no. 7, pp. 1582- 1591, July 2008.

[12] D. F. Kimball, J. Jeong, C. Hsia, P. Draxler, S. Lanfranco, W. Nagy, K. Linthicum, L. E. Larson, and P. M. Asbeck, "High efficiency envelope-tracking W -CDMA base-station amplifier using GaN HFETs," IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., vol. 54, no. 11, pp. 3848-3856, November 2009.

[13] S. Bouthillette and A. Platzker, “High-efficiency Lband variable output power amplifiers for use in communication systems,” in IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., 1996, pp. 563–566.

[14] A. Darbandi, M. Zoyo, J.Y. Touchais, Y. Butel “Flexible S-band SSPA for Space Application” IEEE NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems., 2008, pp. 70-76

[15] B.D. Geller, F.T. Assal, R.K. Gupta and P.K. Cline, “A technique for the maintenance of FET power amplifier efficiency under backoff,” ZEEE MTT-S Znt. Microwave Spp. Dig., 2011, pp. 949-952.

Толегенова А.С., Соболева Л.АСмайлов, Н.К., Амантаев Т.Б.

Ғарышта қолдану үшін икемді қатты қуатты күшейткіштер

Түйіндеме. Мақалада, айнымалы RF шығу қуаты (икемді қатты күйдегі күшейткіш) және оның борттық қосымшаға арналған жаңа түрі бар қатты күйдегі күшейткіштің жеңілдетілген архитектурасы берілген. Спутниктік қосымшалар үшін күшейткіш коэффициентінің көбеюі арқылы автоматты деңгейдегі басқару әдісін пайдалану үшін, байланыс желісінің шығынын жоғалтуға болады, бірақ қуат күшейткішінің шығыс қуатын арттыру қажет. Бұған ағынның төмендеуін жоғалтуды өтеу үшін икемді қатты күйдегі күшейткіш арқылы қол жеткізуге болады.

Түйін сөздер: RF, ALC, SSPA, динамикалық бейімділік, сызықтық, қосылған қуат, күшейткіш, UHF, DTH, M-QAM, DDS».

УДК 378.146

R.M. Rakhimbaev[1], N.T. Duzbayev[1], G.U. Mamatova[2], N. M. Bekaulov[1]
([1]International IT University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)
rakhimbayev.ramazan@gmail.com

SOME MODERN METHODS IN MACHINE LEARNING TECHNOLOGY

Annotation. Building machine learning systems is currently one of the most popular, relevant and modern areas of human activity at the intersection of information technology, mathematical analysis and statistics. Machine learning is getting deeper into our lives through custom products created using artificial intelligence techniques. It is obvious that these technologies will continue to develop, gradually becoming part of the daily routine in many areas of human professional activity. However, since its inception, machine learning has managed to acquire numerous problems, the main of which is quite high labor intensity. Building machine learning systems requires a huge amount of time for highly professional specialists both in the field of artificial intelligence and in the subject area to which this technology is applied.

The article discusses the main innovations in the field of machine learning methodology that can have a significant impact on the development of this industry. Assumptions about future trends in the development of machine learning as a field of scientific and applied knowledge are formulated and the most promising research areas are proposed. Modern technologies in machine learning, such as the construction of multi-task systems, neuroevolution, and the problem of creating interpreted models are considered. The authors believe that the most promising and current technology is automated machine learning-a set of tools and methodological tools that significantly reduce the share of human participation in the creation of artificial intelligence systems, including automatic validation of simulation results.

Keywords: Machine learning, interpretability, multi-task models, neuroevolution, automated learning.

Р.М.Рахимбаев[1], Н.Т.Дузбаев[1], Г.У.Маматова[2], Н.М.Бекаулов[1]
([1]Международный университет информационных технологий, г. Алматы, Казахстан
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан)

НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. Построение систем машинного обучения является на сегодняшний день одной из самых популярных, актуальных и современных областей человеческой деятельности на стыке информационных технологий, математического анализа и статистики. Машинное обучение все глубже проникает в нашу жизнь посредством пользовательских продуктов, созданных с помощью методов искусственного интеллекта. Очевидно, что данные технологии будут развиваться и дальше, постепенно становясь частью повседневной рутины во многих областях человеческой профессиональной деятельности. Однако со времен своего появления, машинное обучение успело обзавестись многочисленными проблемами, главная из которых – достаточно высокая трудоемкость. Построение систем машинного обучения требует огромного количества времени высокопрофессиональных специалистов как в сфере искусственного интеллекта, так и в той предметной области, к которой эта технология применяется.

В статье рассмотрены основные новации в области методологии машинного обучения, которые могут оказать значительное влияние на развитие данной отрасли. Сформулированы предположения о будущих тенденциях развития машинного обучения как сферы научно-прикладного знания и предложены наиболее перспективные направления исследований. Рассмотрены такие современные технологии в машинном обучении, как построение мультизадачных систем, нейроэволюция, проблема создания интерпретируемых моделей. Наиболее перспективной и актуальной в настоящее время технологией авторы полагают автоматизированное машинное обучение – комплекс инструментальных и методических средств, позволяющий значительно сократить долю человеческого участия в создании систем искусственного интеллекта, в том числе средствами автоматической валидации результатов моделирования.

Ключевые слова: Машинное обучение, интерпретируемость, мультизадачные модели, нейроэволюция, автоматизированное обучение.

Введение

В статье рассмотрены наиболее интересные тенденции в машинном обучении и искусственном интеллекте, сформировавшиеся на начало 2019 г. за пределами конкретных математических методов оптимизации, обработки и анализа данных. Все большее внимание исследователей занимает вопрос методологий, или метамоделей (от англ. metamodel): принципов использования, комбинирования и выбора конкретных моделей и методов машинного обучения. Многолетний прогресс в разработке

методов машинного обучения породил не только разнообразные математические, программные и даже аппаратные решения, предназначенные для задач предиктивного и генеративного анализа данных в самых разных областях, но встретил на своем пути немало трудностей и препятствий.

Основная трудность, с которой сталкивается человек в процессе знакомства с областью машинного обучения, − огромное количество разрозненных методов, каждый из которых обладает своими особенностями, областью использования и преимуществами. Однако такое разнообразие подчас ставит в тупик и искушенных исследователей. С развитием математических и алгоритмических методов становится все труднее хорошо ориентироваться во всех нюансах применяемых алгоритмов. К сожалению, методологическая база значительно отстает от быстрого процесса разработки новых алгоритмов обучения, и процесс выбора обучаемой модели подчас сводится к простому перебору.

В индустрии машинного обучения давно назрела необходимость создания более простых в использовании подходов, которые можно применять в широком кругу не экспертов. Часто процесс использования систем машинного обучения предполагает выполнение более или менее полного цикла прикладных исследовательских работ по обработке (препроцессингу) данных, выделения признаков, выбора вида модели, обучения параметров, гиперпараметров и т. д.

ПРОБЛЕМА ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТИ

Несмотря на бурное развитие машинного обучения в последнее десятилетие, искусственный интеллект остается весьма расплывчатым понятием. Оно включает множество предметных областей: от предсказания временных рядов до генерации правдоподобных изображений по определенной теме. Методы машинного обучения, составляющие вычислительную основу технологий искусственного интеллекта, все еще остаются узкоспециализированными под каждую конкретную задачу.

В качестве математической и инструментальной основы машинного обучения сегодня центральное место занимают искусственные нейронные сети. Сейчас они стали своеобразным универсальным языком представления обучаемых моделей. И хотя искусственный интеллект и машинное обучение как области знаний гораздо шире и включают целые семейства других методов, нейросетевые модели в настоящий момент так или иначе фигурируют в 90 % научных публикаций в данных областях. «Руководитель направления «Поиск Mail.ru» в Mail.Ru Group Андрей Калинин отмечает, что нейронные сети способны решать такие же задачи, как и другие алгоритмы машинного обучения, разница заключается лишь в подходе к обучению» [1].

С разработкой все более сложных и глубоких архитектур нейронных сетей вместе с несомненными достоинствами все явственнее проявляются общие проблемы этого подхода. Наиболее существенной из них можно отметить принцип работы любой нейросети как «черного ящика» − даже должным образом обученная сеть не дает исследователям информации о внутренней структуре проблемы и выявленных зависимостях в данных. Обученная нейросеть является набором матриц весов, и смысловая интерпретация этих весов в общем случае не предполагается. С этой точки зрения нейросети представляют собой лишь инструмент решения конкретной задачи машинного обучения, но не дают экспертам аналитической информации для исследования проблемы.

Интерпретируемость модели машинного обучения понимается как «степень, с которой человек может понять причины того или иного решения». Построение интерпретируемых моделей позволяет находить ответ на такие вопросы как: «Как алгоритм создает модель?», «Как обученная модель делает предсказания?», «Как составные части модели влияют на предсказание?», «Как модель принимает определенное решении для определенного объекта/группы объектов?».

В настоящее время выделяют класс так называемых «естественно интерпретируемых моделей» – моделей, человеческая интерпретация которых не представляет труда в силу самой архитектуры модели. К ним относят, в частности: линейные и логистические регрессии, деревья решений, наивные байесовские классификаторы, *k* ближайших соседей, модели правил вывода и другие [2]. Объяснение внутреннего устройства других типов моделей, в том числе глубоких нейронных сетей, представляет собой открытую научную задачу.

Существуют следующие основные методы для построения модели независимых объяснительных механизмов (англ. model-diagnostic methods):

—функции и графики частичных зависимостей, которые показывают предельное влияние признаков на результирующее значение;

—механизм индивидуального условного ожидания − расширение метода функций частичных зависимостей на локальный анализ отдельных предсказаний;

—исследование уверенности модели (англ. model class reliance) − моделе независимый вариант алгоритма важности признаков, который позволяет оценить зависимость средней ошибки модели

зависимости от дисперсии отдельных признаков;

— метод LIME (от англ. local interpretable model-agnostic explanations) основан на обучении локальных интерпретируемых моделей по предсказаниям модели, исследуемой для объяснения конкретных предсказаний.

целом, область исследований интерпретируемости моделей машинного обучения можно назвать очень актуальной. Несомненно, данная проблематика получит свое развитие в дальнейших исследованиях в ближайшее время.

МУЛЬТИЗАДАЧНЫЕ СЕТИ

Одной из характеристик классических систем машинного обучения является специфичность модели для определенной задачи. Если строится нейронная сеть для распознавания рукописных цифр, ее нельзя применять для распознавания лиц, синтеза музыки или предсказания трендов на фондовом рынке. Более того, различные архитектуры нейронных сетей имеют свою специфику в отношении предметной области: рекуррентные сети хороши для моделирования последовательностей, сверточные сети − для распознавания изображений, порождающие сети − для генерации правдоподобных изображений. Естественным является вопрос о построении универсальной нейронной сети, которую можно было бы с минимальным переобучением использовать для решения многих различных задач.

Исследования в этой области велись с конца 1990-х гг. Однако широкое распространение данная тема получила недавно. В литературе устоялось название «мультизадачное обучение» (от англ. multitask learning, MTL), хотя иногда употребляется термин «гетерогенное обучение» [3]. Исследования по данной теме начинались в университете Карнеги-Меллона [4] и университете Монреаля [5]. B.R. Paredes [6] предлагает разделение задач на основные и дополнительные, где обучение дополнительным задачам повышает эффективность решения основных. Показан значительный рост эффективности. Здесь же дается математическое доказательство того, что при использовании специальных методов регуляризации, проблема мультизадачной оптимизации становится выпуклой, что значительно облегчает обучение. S. Li [7] с соавторами получили рекордные результаты в задачах распознавания поз людей по фотографиям через отдельное обучение моделей распознавания частей тела. J. Dai и K. He [8] исследовали семантическую сегментацию изображений. Результаты в идентификации лиц также улучшаются в условиях многозадачности.

Исследователи мультизадачного обучения Y. Zhang и Q. Yang [9] выделяют следующие проблемы описанного выше подхода: преимущественный фокус на задачах обучения с учителем, необходимость анализа полезности различных задач в ансамбле, выявление задач-вредителей, необходимость более глубокого теоретического анализа полученных результатов. Несомненно, эти проблемы станут темами будущих исследований в самое ближайшее время.

НЕЙРОЭВОЛЮЦИЯ

Искусственные нейронные сети доказали свою эффективность в решении многих задач, однако эта эффективность в большой мере зависит от умения подбирать правильную архитектуру сети под каждую конкретную задачу анализа данных.

При проектировании архитектуры сети эксперт сталкивается с необходимостью принять множество решений, как количественных, так и качественных, от реализации которых напрямую зависит производительность результирующей модели. Среди них такие как: выбор количества слоев, количества нейронов в каждом слое, выбор функции активации, использование рекуррентных и сверточных слоев. В процессе такого проектирования задача эксперта − балансирование между вариативностью модели и склонностью к переобучению. Существуют еще и внешние факторы, которые необходимо брать в расчет: располагаемая вычислительная мощность, временные рамки решения задачи и т. д.

Пространство возможных нейронных сетей, в котором ведется поиск, огромно. При проектировании нейронных сетей специалисты используют определенные эвристические правила и инструменты диагностики, однако полноценной методологией такой поиск назвать сложно, это скорее творческий процесс.

Естественным направлением исследований в области искусственного интеллекта является построение методов и инструментов сокращения человеческого участия в построении систем

машинного обучения, автоматизация данного процесса. В настоящее время существует два принципиально отличающихся подхода: автоматизация машинного обучения (AutoML) и нейроэволюция (от англ. evolutionary artificial neural networks, EANN).

Фундаментальной работой в области нейроэволюции стало исследование Яо [10], в которой исследована связь между процессами обучения искусственных нейронных сетей и эволюционными алгоритмами. Работа Яо дала старт исследованиям применения эволюционного программирования на различных этапах проектирования и обучения нейронных сетей. Дальнейшие исследования привели к созданию метода NEAT (от англ. neuroevolution through augmenting topologies), более оптимизированного по вычислительным ресурсам. Совсем недавно этот метод был адаптирован для эволюционного поиска структур глубоких нейронных сетей.

На сегодняшний день эволюционное программирование дает возможность создавать сети, по производительности сравнимые с лучшими в своем классе при нулевом участии человека процессе проектирования и обучения для задач классификации изображений и задач распознавания речи.

В настоящее время ведутся активные работы с использованием нейроэволюции в таких областях как: предсказание временных рядов ансамблевыми моделями, предсказание энергопотребления компьютерными кластерами, построение межпланетных траекторий, распознавание языка речи, предсказание цен на нефть.

Главным недостатком нейроэволюционного подхода являются весьма высокие требования к вычислительной мощности для поддержки данного процесса до сходимости. Развитие глубоких нейронных сетей и распространение больших данных еще выше поднимает эту планку. Поэтому, в настоящее время мы наблюдаем спад интереса к эволюционному программированию искусственных нейронных сетей: время программиста и специалиста в области анализа данных сейчас стоит дешевле, нежели требуемое процессорное время.

Однако большие корпорации, располагающие высокими вычислительными мощностями, могут позволить себе эксперименты с нейроэволюцией. По нашему мнению, с ростом производительности вычислительной техники интерес к эволюционным методам в машинном обучении будет возвращаться (возможно итерационно), пусть не в ближайший год, но в обозримом будущем.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ

На протяжении последнего времени автоматизация машинного обучения стала широко обсуждаемой темой и одной из наиболее быстрорастущих областей теоретических и практических разработок. Р. Олсон, один из разработчиков библиотеки автоматизированного машинного обучения, выделяет три главных процесса, автоматизация которых возможна и высвобождает большое количество временных ресурсов экспертов:

- подбор гиперпараметров моделей;
- испытание большого количества разных моделей;
- использование разных признаков, выделенных из данных [11].

Таким образом, автоматизированное машинное обучение можно охарактеризовать как набор технологий и методов алгоритмического выбора, оценки эффективности моделей машинного обучения и итеративного моделирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие технологий машинного обучения только ускорится в ближайшем будущем. В настоящее время мы наблюдаем прогресс в развитии методик автоматизированного поиска путей построения эффективных обучающихся моделей анализа данных, применимых ко многим практическим задачам интеллектуального анализа данных.

В ходе обзора современных тенденций в машинном обучении нами выделены следующие перспективные направления фундаментальных и прикладных исследований в данной области:

- теоретические исследования в области интерпретируемости моделей искусственного интеллекта в сочетании с анализом автоматически построенных моделей;
- практические исследования мультизадачных, генеративных (порождающих) моделей;
- более широкое распространение автоматизированных средств машинного обучения;
- развитие и унификация инструментальных средств, в том числе облачных средств и сервисов интеллектуального анализа данных;
- Разработка новых интеллектуальных продуктов пользовательского уровня, основанных на вышеперечисленных достижениях методологии машинного обучения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Хохлова Д. Бум нейросетей: Кто делает нейронные сети, зачем они нужны и сколько денег могут приносить, 12.06.2016. Режим доступа: https://vc.ru/16843-neural-networks (дата обращения: 06.09.2018).

[2] Olson R. "TPOT: A Python tool for automating data science", available at: https://www.kdnuggets.com/2016/05/ tpot-python-automating-data-science.html/2 (accessed September 6, 2018).

[3] Misra I., Shrivastava A., Gupta A. & Hebert M. "Cross-stitch Networks for Multi-task Learning", available at: https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2016/papers/Misra_Cross-Stitch_Networks_for_CVPR_2016_paper.pdf. (accessed September 6, 2018).

[4] Caruana R. Multitask learning springer, Boston, MA, 1998. P. 95–133.

[5] Ghosn J. & Bengio Y. 1997, "Multi-task learning for stock selection", available at: http://papers.nips.cc/paper/1221-multi-task-learning-for-stock-selection.pdf (accessed September 6, 2018).

[6] Paredes B.R. et al. 2012, "Exploiting unrelated tasks in multi-task learning", PMLR, vol. 22, pp. 951–959.

[7] Li S., Liu Z.-Q. & Chan A. B. "Heterogeneous multi-task learning for human pose estimation with deep convolutional neural network", available at: https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_workshops_2014/W15/papers/LI_Heterogeneous_Multi-task_Learning_2014_CVPR_paper.pdf (accessed September 6, 2018).

[8] Dai J., He K, Sun J. (2014), "Instance-aware semantic segmentation via multi-task network cascades", available at: https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2016/app/S14-02.pdf (accessed September 6, 2018).

[9] Zhang Y. & Yang Q. (2017), "A survey on multi-task learning", available at: https://arxiv.org/abs/1707.08114 (ac-cessed September 6, 2018).

[10] Yao X. "Evolving artificial neural networks", Proceedings of the IEEE, no 9 (87), 1999. pp. 1423–1447.

[11] Olson R.S. & Moore J.H. "TPOT: A tree-based pipeline optimization tool for automating machine learning", 2016. pp. 66–74.

Рахимбаев Р.М., Дузбаев Н.Т., Маматова Г.У., Бекаулов Н.М.

Машиналық оқыту технологиясындағы кейбір заманауи әдістер

Түйіндеме. Қазіргі таңда, машиналық оқыту жүйесін құру, ақпараттық технологиялар, математикалық талдау және статистика тоғысындағы адам қызметінің ең танымал, өзекті және қазіргі заманғы салаларының бірі болып табылады. Машиналық оқыту жасанды интеллект әдістері арқылы жасалған пайдаланушы өнімдер арқылы біздің өмірімізге терең енеді. Әлбетте, бұл технологиялар ары қарайда дами береді, біртіндеп күнделікті өмірдің көптеген салаларында адамдық кәсіби қызметтің бір бөлігі болып табылады. Алайда, өзі пайда болған уақыттан бастап, машиналық оқыту көптеген проблемаларға ие болды, олардың ішіндегі ең бастысы – өте жоғары еңбек сыйымдылығы. Машиналық оқыту жүйесін құру жасанды интеллект саласында да, сол технология қолданылатын пәндік салада да жоғары кәсіби мамандардың бірталай уақытын талап етеді.

Мақалада машиналық оқыту методологиясы саласындағы осы саланың дамуына елеулі әсер ететін негізгі жаңашылдықтар қарастырылған. Ғылыми-қолданбалы білім саласы ретінде машиналық оқытуды дамытудың болашақ үрдістері туралы болжамдар тұжырымдалған және зерттеулердің неғұрлым перспективалы бағыттары ұсынылған. Машиналық оқытуда мультизамалы жүйелерді құру, нейроэволюция, интерпретацияланатын модельдерді құру мәселелері сияқты заманауи технологиялар қарастырылған. Қазіргі уақытта неғұрлым перспективалы және өзекті технологиямен авторлар автоматтандырылған Машиналық оқыту – жасанды интеллект жүйесін құруда адами қатысу үлесін айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік беретін құрал-саймандық және әдістемелік құралдар кешені, оның ішінде үлгілеу нәтижелерін автоматты валидациялау құралдары болып табылады.

Түйін сөздер: машиналық оқыту, интерпретациялау, мультизамалы модельдер, нейроэволюция, автоматтандырылған оқыту.

УДК 633.18

[1]Rakhymgozhina A, [1]Nabieva A, [1]Atabayeva S, [1]Kenzhebayeva S.S., [2]Usenbekov B.
([1] Al-Farabi Kazakh National University MES RK, SRI of Ecological Problems
[2] SRI Biology and Biotechnology of plants MES RK)

THE EFFECT OF CADMIUM ON THE MINERAL COMPOSITION OF RICE (ORYZA SATIVA L.) SEEDLINGS

Abstract.Cadmium, accumulating in the organs of rice, inhibits the growth and development of plants, thereby lowering its yield. Also, under the action of cadmium, processes important for plant life are disrupted. From the effects of cadmium, the content of mineral elements and their absorption change. In this regard, the identification of rice varieties that are resistant to cadmium and with the most complete composition of minerals is a necessary step towards providing the population with nutritious food. Therefore, one of the key stages of work is the determination of the content of mineral

elements in various rice varieties grown at various concentrations of cadmium. In this regard, 21-seedlings of rice were studied for the content of magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), copper (Cu) and cadmium (Cd). It was established that in the presence of cadmium the content of the necessary mineral elements decreased.

Keywords: rice, cadmium, tolerance. mineral elements.

[1]Рахымгожина А, [1]Набиева А., [1]Атабаева С.Д., [1]Кенжебаева С.С., [2]Усенбеков Б.Н.
[1] ҚР БҒМ Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Экология проблемалары ғылыми зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан
e-mail:B.Agilan@mail.ru
[2] ҚР БҒМ Өсімдіктер биология және биотехнология ғылыми зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

КҮРІШТІҢ ӨСКІНДЕРІНІҢ (ORYZA SATIVA L.) МИНЕРАЛДЫ ЭЛЕМЕНТТЕР ҚҰРАМЫНА КАДМИЙ ЙОНДАРЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аннотация.Кадмий күріш мүшелерінде жинақталып, өсімдіктердің өсуі мен дамуын тежейді.Сондай-ақ, кадмийдің әсерінен өсімдіктердің тіршілік етуі үшін маңызды процестер бұзылады. Кадмий әсерінен минералды элементтердің құрамы және олардың сіңіруін өзгеруі жүруі мүмкін. Осыған байланысты кадмий әсеріне төзімді және минералдық заттардың неғұрлым толыққанды құрамы бар күріш сорттарын анықтау халықты толыққанды азық-түлікпен қамтамасыз ету жолындағы қажетті қадам болып табылады. Осы жұмыста одан әрі селекцияда пайдаланылатын микроэлементтерге бай күріш (*Oryza sativa l.*) сорттары анықталған. Сондықтан жұмыстың негізгі кезеңдерінің бірі-кадмийдің әр түрлі концентрацияларында өсірілген күріштің әр түрлі сорттарының минералды элементтерінің құрамын анықтау болып табылады. Осыған байланысты магний (Mg), темір (Fe), мырыш (Zn), марганец (Mn), мыс (Cu) және кадмий (Cd) құрамына 21-күндік күріштің өскіндері зерттелді. Кадмийдің әсерінен қажетті минералдық элементтер құрамының төмендеуі белгіленді.

Түйін сөздер: күріш, кадмий, төзімділік, минералдық элементтер

КІРІСПЕ

Адам және жануар ағзаларындағы минералды элементтердің маңызын асыра бағалау мүмкін емес. Жануар ағзасындағы метаболитикалық процесстерде жануар азығындағы минералды заттардың мөлшері маңызды рөл атқарады. Минералды элементтердің тапшылығы немесе олардың топырақ және азықтардағы теңгерімсіздігі малшаруашылығының өнімділігінің төмендеуінің себепшісі болады [1]. Топырақтың қышқылдығы және маусымдық факторлар, сонымен қатар топырақтың иондық құрамы өсімдіктердегі минералды элементтердің мөлшеріне әсер етеді. Өсімдіктер осы минералдарды зат алмасуға қатысатын көміртегінің, белоктың және органикалық молекулалардың құрылымдық компоненті ретінде қолданады [2]. Магний хлорофилдің құрамына кіреді, фосфор АТФтің макроэриялық қосылысының құрылымдық бөлігне кіреді, калий өз кезегінде ферментативті процесстердің активаторы ретінде қызмет атқарып, осмостық тепе теңдікті сақтап тұрады, кальций клеткалық мембрананың тұрақтандырғышы болып және сигналды трансдукцияда екінші реттік месенджер ретінде қызмет атарады [3].

Минеральды элементтер адам және жауар денсаулығын сақтауда маңызды роль атқарады. Темірдің жетіспеушілігі темір дефицитті анемияға алып келеді, йод жетіспеушілігі қалқанша безінің жұмысын нашарлатады, селен антиоксиданты роль атқарады, ал цинк болса иммунитетті тұрақты ұстауға көмектеседі [3].

Магний белгілі ферменттердің кофакторы және миокиназа, дифосфопиридиннуклеотидкиназа және креатинкиназалар сияқты фосфат тасымалдаушы ферменттердің активаторы болып табылады. Магний - пируваткарбоксилазаның, пируватоксидазаның маңызды активаторы болып табылады. Ол сүйектердің, тістердің құрамында кездеседі, сндай ақ ас қорыту жүйесі мен бүйректің денсаулығына әсер етеді [3].

Марганец те көптеген ферменттердің кофакторы болып табылады, оларға фосфоргидролазалар, декарбоксилазалар, фосфотрансферазалар жатады [3]. Ол гликопротеиндермен протеогликандардың синтезіне қатысып, митохондриальды супероксиддисмутазаның компоненті болып табылды. Марганецтің митохондриядан табылуы, оның тотыға фосфорлану процесінің реттелуіне қатысатынын дәлелдейді.

Темір жетіспеушілігі қоректік заттардың минералды құрамының бұзылымен сипатталатын тағамданудың бұзылуының бүкіл әлемде сонымен қатар Қазақстанда да ең кең тараған түрі болып табылады. Соның әсерінен бүгінгі таңда темір бүкіл әлемде кең тараған дефицитті қоректі элементке айналды. Егер біз темір тапшылығы анемиясымен ауыратын науқастардың санын индикатор ретінде қолданатын болсақ, дамушы елдердегі мектепке дейінгі жастағы балалар мен жүкті әйелдердің көпшілігі кем дегенде 30-40% темір тапшылығымен ауырады деп болжауға болады [2,4].

Темірдің (Fe) атқаратын ролі негізінен ферменттер құрамына кіретіндігіне немесе ферменттерді активтендіруші әсеріне байланысты. аталаза, пероксидаза және цитохромоксидаза сияқты ферменттердің активті тобында темір болады. Тотықтырутотықсыздандыру ферменттерінің үлкен тобы болып есептелетін цитохромдардың құрамында темір бар. Аталған ферменттердің бәрі де құрамында темір кездесетін порфирин больш табылады. Порфириннің төрт пиррол сақинасының азоты темірмен байланысқан. Бұл ферменттер электронды тасу жолымен тыныс алу процесінің тотықтыру-тотықсыздандыру реакцияларына қатысады. Адамдарда темір жетіспеушілігі анемияның туындауына алып келеді, сондықтан осы элементтің қоректік заттарда болуы өте маңызды [1].

Мырыш өсімдіктер мен жануарлардың ұлпаларында кеңінен таралған. Ол кофактор қызметін атқарады және лактатдегидрогеназа, алкогольдегидрогеназа, глутаматдегидрогеназа, ДНҚ және РНҚ полимераза сияқты көптеген ферменттердің құрамына кіреді. Zn-құрамында бар ферментер макроэлементтердің және заттардың метаболизміне, клеткалардың репликациясына қатысады. Мырыштың негізгі қызметіне клеткалардың бөлінуі, нуклеин қышқылдарының және амин қышқылдарының метаболизмі мен ген экспрессисы жатады. А және Е дәрумендерінің биоқолжетімділігі мырышпен тікеле байланысты. Мырыш инсулиннің тиімді жұмыс жасауына қажет, себебі ол инсулин құрамына кіреді [5].

Мыс с-цитохромоксидаза, аминооксидаза, каталаза, пероксидаза, аскорбин қышқылы оксидазасы, цитохром оксидазасы, цитозольдік супероксиддисмутаза және т.б. ферменттердің құрамдас бөлігі және темірдің сіңуінде маңызды рөл атқарады. Мыс (Cu) қан айналым жүйесі үшін және жүйке жүйесі үшін маңызды микроэлемент болып табылады[1].

Мыс фотосинтездің электротранспорттық жүйесінің компоненті пластоцианның құрамынан да табылған. Ол хлорофиллдің түзілуіне себепші ретінде және тотығу тотықсыздану процесстеріне қатысады [6].

Микроэлементтермен қатар өсімдіктерге олардың аналогы ретінде қабылданатын ауыр металлдар ене алады, олардың қатарына кадмий де жатады (Cd).

Кадмий өте аз немесе тек ізі байқалатын мөлшерде топырақта кездеседі. Алайда, адамның өндірістік әрекеттері мен ауылшаруашылық тәжірибесі топырақтағы кадмий деңгейін жоғарылатады. Барлық жерде қолданылатын тыңайтқыштар мен пестицидтердің құрамында металдың көп мөлшері болуы мүмкін [7], олар ұзақ уақыт бойы топыраққа тыңайтқыштармен бірге енеді. Топырақтағы Cd өсімдіктерге оңай ене алады, өйткені кадмийдің еритін фракциясы жалпы мөлшерінің 35% дейін жетеді [8].

Кадмий өте уытты, қозғалғыштығы жоғары. Сонымен қатар Zn, Cu, Pb сияқты басқа ауыр металдармен салыстырғанда биологиялық сіңіру коэффициенті жоғары [7]. Кадмий көптеген жылдар бойы адам ағзасында жинақталады, сондықтан құрамында осы металл бар тағамды тұтыну созылмалы уыттылықты тудыруы мүмкін [9, 10]. Кадмий - кальций антагонисті. Адам ағзасында кадмийдің жинақталуының жоғарылауы итаи-итаи ауруын тудырады, бұл сүйектердегі кальцийдің төмендеуімен олардың жұмсаруымен сипатталады.

Дүниежүзілік Денсаулық Сақтау Ұйымы (ДДСҰ) тағамдағы КД-ның максималды шегін - күніне 60-70 мкг, ал Халықаралық азық-түлік комиссиясының кодексі халықаралық нарықтарда сатылатын дәнді дақылдар мен майлы дақылдар үшін 0,1 мг / кг шекті белгіні қойды [11].

Тыңайтқыштардан немесе атмосферадан шыққан кадмийдің ластануы нәтижесінде ластанбаған немесе аз ластанған деп саналатын топырақтарда да бидай, зығыр, күнбағыс және картоп сияқты кейбір дақылдар Cd мөлшерін тұтынудың қазіргі ең жоғары деңгейінен асып түсуі мүмкін [12]. Сондықтан зерттелген кадмиймен ластанған ортада өсірілген күріш сорттарының өскіндерінің минералдық құрамын анықтау, оған кадмийдің әсерін зерттеу үлкен қызығушылық тудырады.

ЗЕРТТЕУ ОБЬЕКТІЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ

Зерттеу объектілері: (*Oryza sativa* L.) күріш өсімдігінің 21–күндік өскіндерінің әр түрлі сорттары: Бақанасский РМ-2000-183 (Бақанас) – ерте пісетін күріш сорты, Ақдала суару алқабына толықтай бейімделген (Алматы облысы, Балқаш ауданы, ЖШС «Бірлік; Мадинасорты, Баракат – қытай сорты, Чапсари – жоғары клейковина мөлшерлі кәріс сорты сорты.

Минералды элементтердің құрамын анықтау үшін әртүрлі күріш сорттары кадмийдің әр түрлі концентрациясы бар ыдыста өсірілді. Тәжірибелік варианттарға 1 мМ және 2мМ $CdSO_4$ енгізілді, бұл 112 және 224 мг/кг Cd-ге сәйкес келеді. Өсімдіктер Т-22^{0}С температурасында және түнде 18^{0}С температурада 14 сағаттық фотопериодпен өсірілді. Өсімдіктер келесі нұсқада өсірілді: бақылау (кадмийсіз), 1 mM $CdSO_4$ (Cd1), 2 mM $CdSO_4$ (Cd2). Минералды элементтерді анықтау индуктивті байланысқан плазмалық масс-спектрометрия (ICP-MS) Agilent 7500 Series ICP-MS құралының көмегімен әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-ның Физико-химиялық анализ әдістерінің орталығында анықталды.

ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

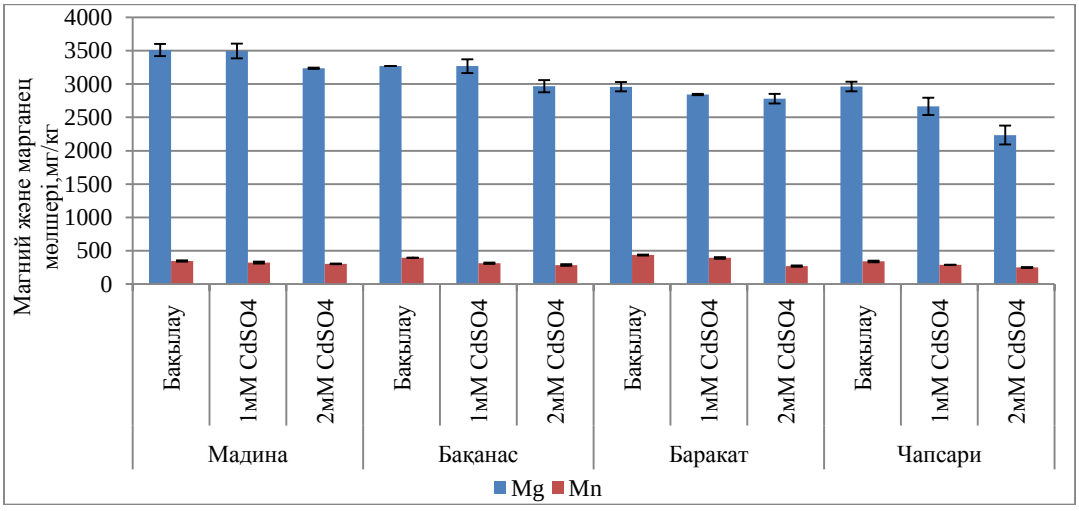
Кадмий иондары бар жағдайда өсірілген 21-күндік күріш өскіндерінің минералды элементтері анықталды. Сонымен қатар минералды элементтердің мөлшерінің өзгеруіне кадмий иондарының әсері зерттелді. Жұмыс барысында күріштің өскіндерінен магний (Mg), темір (Fe), мырыш (Zn), марганец (Mn), мыс (Cu) және кадмий (Cd) мөлшері анықталды. Жоғарыда аталған элементтер мөлшеріне кадмий иондарының әр түрлі концентрациясының әсері зерттелді.

Магний мөлшері бақылау және кадмийдің екі концентрациясында 1 мМ $CdSO_4$ (Cd1), 2 mM $CdSO_4$ (Cd2) өсірілген 21-күндік күріш өскіндерінің жер үсті мүшелерінде анықталды. Нәтижесінде кадмий иондарының магнийді сіңіру қабілетіне кері әсерін тигізгені анықталды. Бақылауда (кадмийсіз) магнийдың (Mg) мөлшері Мадина сортында ең жоғары мөлшерде анықталды (3510 мг/кг). Мадина сортында Cd1-вариантында магний мөлшерінің пайыздық көрсеткіші бақылаумен бірдей болды (100%).Бақанас сорты да кадмийдің осы вариантында бақылаумен салыстырғанда магний мөлшері бойынша жоғары көрсеткіштермен ерекшеленді (100%). Магний мөлшері осы вариантта ең жоғары деңгейде тежелуі Чапсари сортында анықталды (10%- ға). Ал кадмийдің Cd2 –вариантында Мадина сортының магний мөлшері 8%-ға, ал Бақанас сортына 9%-ға төмендегені байқалды. Кадмийдің Cd2 – вариантында магнийдің мөлшері ең аз Баракат сортында тежелгені анықталды (6%-ға). Ал ең жоғары тежелу, бақылаумен салыстырғанда Чапсари сортында анықталды (25%-ға).

Магний (Mg) мөлшері бойынша күріш сорттарын (21-күндік) келесі қатармен орналастыруға болады (Сурет 1):

Бақылау (мг/кг) – Мадина (3510) > Бақанасский (3273) > Чапсари (2963) > Баракат (2960). Cd1 (мг/кг) – Мадина (3497) > Бақанасский (3270) > Баракат (2843) > Чапсари (2665). Cd1 (бақылауға % қатынасы) - Мадина (100) = Бақанасский (100) > Баракат (96) > Чапсари (90). Cd2 (мг/кг) – Мадина (3236) > Бақанас (2967) > Баракат (2780) > Чапсари (2235). Cd2 (бақылауға % қатынасы) - Баракат (94) > Мадина (92) > Бақанас (91) > Чапсари (75) (сурет 1).

Алынған нәтижелер бойынша күріштің 21- күндік өскіндерінде магний мөлшерінің жоғары көрсеткішіне Мадина сорты ие болды. Ал Чапсари сортында магний мөлшері бойынша бақылау вариантында орташа көрсеткішке (2665 мг/кг) ие болғанымен, Cd1-вариантта төмен мөлшерін көрсетті. Кадмийдің Cd2-вариантында Чапсари сортында бақылаумен салыстырғанда магний мөлшері 25%-ға төмендеп, магнийдің төмен мөлшерін көрсетті. Осыған орай кадмий әсерінен Чапсари сортының жер үсті мүшелерінде магнийдің жинақталуы едәуір тежелгені байқалады.



Сурет 1. 21-күндік күріш сорттарының өскіндеріндегі Mg және Mn мөлшеріне кадмий иондарының әсері.

Күріштің 21- күндік өскіндерінен марганецтің мөлшері анықталды. Олар кадмийдің әр түрлі концентрациялары бар ортада өсірілді. Кадмий әсерінен марганецтің де мөлшері төмендегені байқалды. Бақылау жағдайында Баракат сортында марганецтің жоғары мөлшері анықталды (435 мг/кг) (Сурет 1). Ал марганецтің аз мөлшері Чапсари сортында байқалды (339 мг/кг). Кадмийдің Cd1 – вариантында Баракат сортында бақылаумен салыстырғанда марганец мөлшері 10%-ға төмендеген. Кадмийдің жоғары концентрациясы кезінде (Cd2) алға Мадина сорты шығып, басқа сорттарға қарағанда марганецтің сіңірілуінің аз тежелгендігін дәлелдедік. Кадмийдің Cd2 вариантында Мадина сортында марганецтің мөлшері 12%-ға төмендеген, ал Чапсари, Бақанас және Баракат сорттарында сәйкесінше 27, 28 және 38%-ға , сәйкесінше, төмендегені анықталды .

Күріштің 21-күндік өскіндеріндегі Mn мөлшері бойынша сорттар келесі қатармен орналасты:

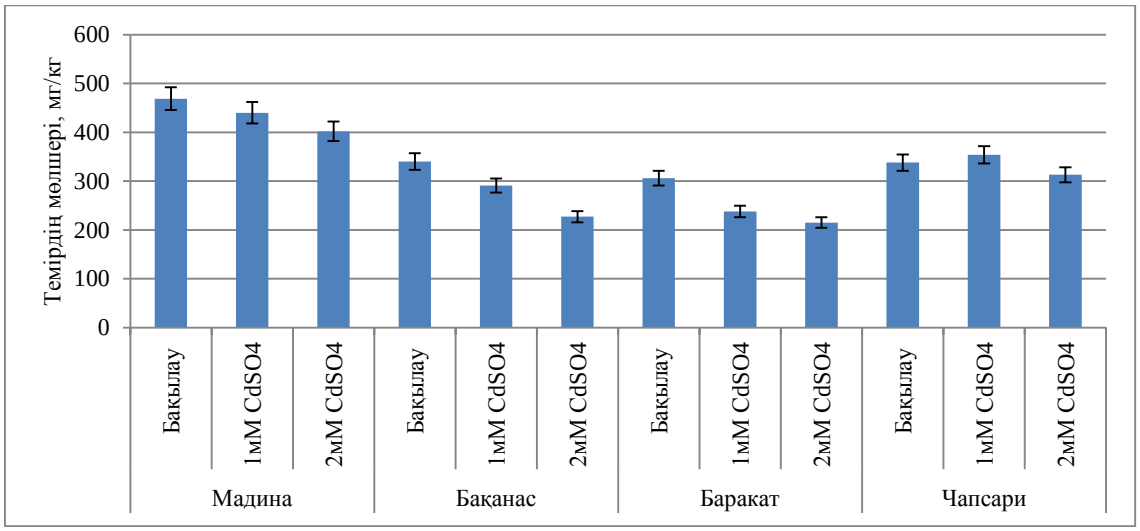
Бақылау (мг/кг) – Баракат (435) > Бақанас (394) > Мадина (345) > Чапсари (339). Cd1 (мг/кг) – Баракат (393) > Мадина (322) > Бақанас (312) > Чапсари (290). Cd1 бақылауға % қатынасы) - Мадина (93) > Баракат (90) > Чапсари (86)> Бақанас (79). Cd2 (мг/кг) – Мадина (303) > Бақанас (285) > Баракат (268) > Чапсари (248). Cd2 (бақылауға % қатынасы) - Мадина (88) > Чапсари (73) > Бақанас (72) > Баракат (62) (сурет 1).

Осылайша күріш өскіндерінде марганецтің мөлшері бақылауда Баракат сортында жоғары көрсеткіштерге ие болды. Ал кадмийдің жоғары концентрациялы (Cd2) вариантында марганец мөлшерінің 12%-ға тежелуімен, бірінші позицияға Мадина сорты шықты. Алайда кадмийдің төменгі (Cd1) концентрациясында Баракат сортында марганетің жинақталуы қатты тежелмегенін ескере отыру қажет.

Күріштің 21-күндік өскіндерінде темірдің (Fe) мөлшеріне кадмийдің әсері зерттелді. Нәтижесінде, кадмийдің барлық концентрацияларында (1 мМ $CdSO_4$ (Cd1), 2 мМ $CdSO_4$ (Cd2)) Мадина сортында темір элементінің жоғары мөлшері анықталды. Бақылаумен салыстырғанда Мадина сортында кадмийдің (Cd1) вариантында темірдің жинақталуы 6%-ға төмендеген, ал кадмийдің жоғары (Cd2) концентрациясында 14%-ға ға төмендегені анықталды. Кадмийдің (Cd1) вариантында Баракат сорты сезімталдылық танытып, темір жинақтауы бақылаумен салыстырғанда 22%-ға тежелген. Ал кадмийдің жоғары (Cd2) концентрациясында Бақанас сортында бақылаумен салыстырғанда темір мөлшері 32%-ға төмендеген. Осылайша кадмий әсерінен Бақанас және Баракат сорттарында темір жинақтауы едәуір тежелген (сурет 2).

Бақылау және кадмийдің әр түрлі варианттарындағы темірдің мөлшеріне байланысты күріш сорттары келесі қатармен орналасты:

Бақылау (мг/кг) - Мадина (469) > Чапсари (388) > Бақанас (340)> Баракат (306). Cd1 (мг/кг) - Мадина (440) > Чапсари (354) > Бақанас (291) > Баракат (238). Cd1 (бақылауға % қатынасы) - Мадина (94) > Чапсари (91) > Бақанас (86) > Баракат (78). Cd2 (мг/кг) - Мадина (402) > Чапсари (313) > Бақанас (227) > Баракат (215). Cd2 (бақылауға % қатынасы) - Мадина (86) >Чапсари (81) > Баракат (70) > Бақанас (68) (сурет-2).



Сурет 2. 21-күндік күріш сорттарының өскіндеріндегі темір мөлшеріне кадмий иондарының әсері.

Бақылау және кадмийдің әр түрлі концентрация жағдайларында өсірілген күріштің 21-күндік өскіндерінен мыс және мырыш мөлшері анықталды. Бақылау жағдайында Мадина сорты қалған сорттарға қарағанда мыстың жоғары мөлшерімен ерекшеленді (27,2 мг/кг). Алайда кадмийдің Cd1 вариантында Мадина сортында мыстың мөлшері 6%-ға төмендеп аралық орынға ие болды. Кадмийдің Cd2 вариантында бақылаумен салыстырғанда 14%-ға тежелген. Баркат сорты кадмийдің төменгі (Cd1) концентрациясындатөзімділік танытып, мыс мөлшерінде бақылаумен салыстырғанда тежелу байқалмады.Бірақ, осы сортта кадмийдің жоғары (Cd2) концентрация әсерінен мыстың мөлшерінің қатты төмендеуі (20%) байқалды (сурет 4).

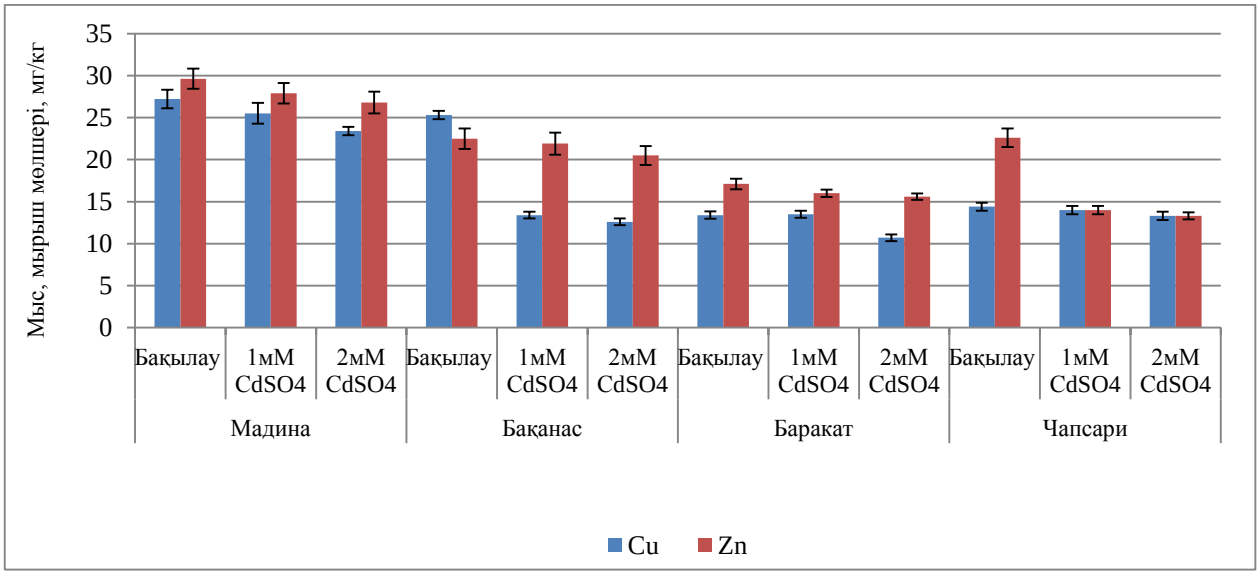
Күріш өкіндеріндегі мыс мөлшері бойынша сорттар келесі қатармен орналасты :

Бақылау (мг/кг) – Мадина (27,2) > Бақанас(15,3) > Чапсари (14,4) > Баракат (13,4). Cd1 (мг/кг) – Мадина (25,5) > Чапсари (14,0) > Баракат (13,5) = Бақанас (13,5). Cd1 (% бақылауға % қатынасы) Баракат (100) > Чапсари (97) > Мадина (94) > Бақанас (88). Cd2 (мг/кг) - Мадина (23,4) > Чапсари (13,3) >Бақанас (12,6) > Баракат (10,7). Cd2% (бақылауға % қатынасы) - Чапсари (92) > Мадина (86) > Бақанас (82) > Баракат (80).

Күріш өсімдіктеріндегі мырыштың мөлшері бойынша кадмийдің екі концентрациясында да (1 мМ $CdSO_4$ (Cd1), 2 мМ $CdSO_4$ (Cd2)) Мадина сорты алдыңғы қатарда орналасты. Бақылау жағдайында қалған сорттарға қарағанда Мадина сортының мырыш мөлшері жоғары болды (29,63 мг/кг).Кадмий әсерінен осы сортта мырыш мөлшері бақылаумен салыстырғанда Cd1 вариантында 6%-ға ал Cd2 вариантында 10%-ға төмендеген (сурет 3). Кадмий әсерінен мырыш мөлшері бақылаумен салыстырғанда Бақанас және Чапсари сорттарында қатты өзгеріске ұшырамаған.

Мырыш мөлшеріне байланысты күріш сорттарының қатары келесідей:

Бақылау (мг/кг) – Мадина (29,63) > Чапсари (22,6) > Бақанас (22,5) > Баракат (17,1). Cd1(мг/кг) - Мадина (27,9) > Бақанас (21,9) > Чапсари (21,7) > Баракат (16,0). Cd1 (бақылауға % қатынасы) - Бақанас (97) > Чапсари (96) > Мадина (94) = Баракат (94). Cd2 (мг/кг) - Мадина (26,8) > Чапсари (20,8) > Бақанас (20,5) > Баракат (15,6). Cd2 (бақылауға % қатынасы) - Чапсари (92) > Баракат (91) = Бақанас (91) > Мадина (90)



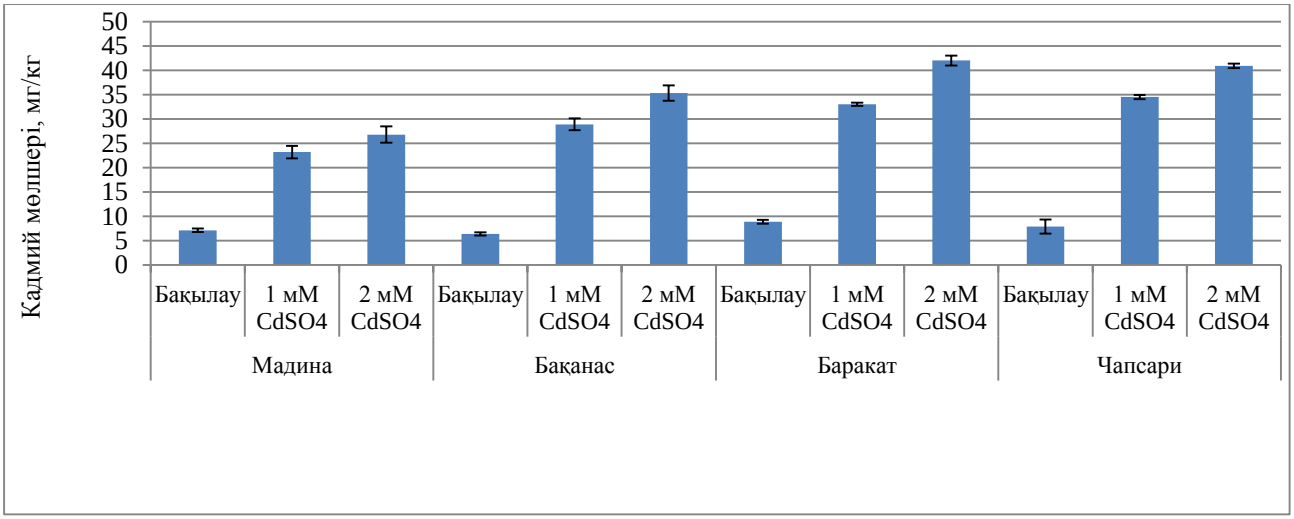
Сурет 3. 21-күндік күріш сорттарының өскіндеріндегі Cu және Zn мөлшеріне кадмий иондарының әсері.

Сонымен, мыс және мырыш элементтерінің жоғары мөлшерімен Мадина сорты ерекшеленді. Ал кадмий әсерінен Баракат және Чапсари сорттарында мыс мөлшерінің төмендеуі байқалса, бақылаумен салыстырғанда мырыштың мөлшері қатты тежелмеген.

Күріштің 21-күндік өскіндерінде бақылау жағдайында кадмийдің ең жоғары мөлшері Чапсари сортында анықталса, төменгі мөлшері Бақанас сортында байқалды. Мадина және Баракат сорттарында орташа көрсеткіштер болды. Кадмий иондарының ортаға қосылу барысында, сәйкесінше сол элементтің күріш өсімдігінің жер үсті мүшелеріндегі мөлшері артқандығы байқалған.

Күріш сорттарындағы жер үсті мүшелерінде кадмий мөлшері бойынша келесі қатар тұрғызылды:

Бақылау (мг/кг) - Баракат (8,9) > Чапсари (7,92) > Мадина (7,15) > Бақанас (6,4). Cd1 (мг/кг) - Чапсари (34,5)> Баракат (33) > Бақанас (28,9) > Мадина (23,2). Cd1 бақылауға % қатынасы) - Бақанас (451) >Чапсари (436) > Баракат (371) > Мадина (324). Cd2 (мг/кг) Баракат (42) > Чапсари (40,9) > Бақанас (35,3) > Мадина (26,8).Cd2 бақылауға % қатынасы) - Бақанас (552) > Чапсари (516) > Баракат (472) > Мадина (375) (сурет 4).



Сурет 4. 21-күндік күріш сорттарының өскіндеріндегі кадмий мөлшері

Мысалы, Cd2 вариантында Бақанас сортының жапырақтарындағы кадмий мөлшері күрт жоғарылаған (5,5 еседен артық), Мадина сортында сол элементтің жоғарылауы ең төменгі көрсеткішке ие болды (3,75 есе).

Алынған нәтижелер бойынша кадмийдің Cd1 вариантында Чапсари сортында кадмий мөлшері бақылаумен салыстырғанда 336%-ға артқандығы, ал Бақанас сортында 351%-ға артқандығы байқалды. Осылайша осы екі сорт кадмийдің Cd1 концентрациясының әсеріне сезімтал екендігі анықталды. Кадмийдің мөлшері бойынша Cd2 вариантында Баракат сорты алдыға шықса, ең төменгі көрсеткішке Мадина сорты ие болды (сурет 4).

ҚОРЫТЫНДЫ

Кадмий әсерінен күріш сорттарындағы бастапқы минералды элементтердің мөлшерінің азаюы байқалды. Ол минералды элементтердің сіңірілуі мен күріш мүшелерінде жинақталуына кадмийдің кері әсері бар екендігіне дәлел. Сондай ақ кадмийдің ортада болуы бастапқы күріш мүшелеріндегі кадмийдің мөлшерінің күрт жоғарылауына алып келетінін көрсетті. Зерттеу нәтижелері минералды құрамы кадмийге едәуір тұрақты сорттарды анықтауға мүмкіндік берді. Осылайша алынған нәтижелер бойынша Мадина сортын ерекшелеуге болады. Сонымен қатар Чапсари сортында кадмий әсерінен кейбір элементтер мөлшері өзгеріке ұшырамаған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Soetan K. O., Olaiya C. O. and Oyewole O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. African Journal of Food Science Vol. 4(5) pp. 200-222, 2010

[2] Agricultural University of Iceland (2005). Essential trace elements for plants, animals and humans. NJF Seminar no. 370: 7-9.

[3] Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW (2000). Harper's Biochemistry, 25th Edition, McGraw-Hill, Health Profession Division, USA.

[4] БҰҰ. Халықаралық балалар төтенше жағдай қоры. / БҰҰ университеті (ДДҰ / ЮНИСЕФ / ЮНУ), 2001

[5] Arinola OG (2008). Essential trace elements and metal binding proteins in Nigerian consumers of alcoholic beverages. Pak. J. Nutr. 7(6): 763-765.

[6] Чернавская Н.М. Физиология растительных организмов и роль металлов. – М: МГУ, 1989. – 156 с.

[7] Gimeno-GarciaE., Andreu V., Boluda R. Heavy metals incidenceint the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils// Environ. Pollut. – 1996. – Vol. 92. – P.19-25.

[8] Tan J.C., Burns D.L., Jones H.RSevere ataxia, myelopathy and peripheral neuropathy due to acquired copper deficiency in a patientwith history of gastrectomy. J. Paenteral Nutr. -. 2006. -.Vol. 30. – Pp. 446-450.

[9] Andreu V., Boluda R. Application of contamination indexes on different farming soils // Bull. Environ. Pollut. –1995. – Vol. 104.– P. 271-282.

[10] Lee J.S., Chon H.T., Kim K.W. Migration and dispersion of trace elements in the rock-soil-soil plant system in areas underlain by black shales and states of the Okchon Zone, Korea // J. Geochem. Explor. –1988.– Vol. 65. –P.61-78.

[11] FAO/WHO. Joint Committee on Food Additives and Contaminants. Position paper on cadmium (prepared by France). 27th Session.– The Hague, The Netherlands. 20-24 March, 1995. – 32 p

[12] Jackson A.P., Alloway B.J. The transfer of cadmium from agricultural soils to the human food chain // Biochemistry of trace metals. (Ed. D.C. Adriano)– Lewis Publishers. Boca Raton, Fl., 1992. –P. 109-158.

Рахымгожина А, Набиева А., Атабаева С.Д., [1]Кенжебаева С.С., Усенбеков Б.Н.

Влияние ионов кадмия на содержание минеральных элементов у проростков риса (ORYZA SATIVA L.)

Аннотация. Кадмий, накапливаясь в органах риса, ингибирует рост и развитие растений чем понижает его урожайность.Так же под дейвием кадмия нарушаеются процессы важные для жизнедеятельности растения. От воздействия кадмия содержание минеральных элементов и их поглощение может изменяться. В связи с этим выявление сортов риса, устойчивых к воздействию кадмия с наиболее полноценным составом минеральных веществ является необходимым шагом на пути обеспечения населения полноценными продуктами питания.. Поэтому одним из ключевых этапов работы является определение содержания минеральных элементов у различных сортов риса, выращенных при различных концентрациях кадмия. В связи с этим у 21-дневных проростков риса были изучены на содержание магния (Mg), железа (Fe), цинка (Zn), марганца (Mn), меди (Cu) и кадмия (Cd). Установлено, что в присутствии кадмия снижалось содержание необходимых минеральных элементов.

Ключевые слова: рис, кадмий, устойчивость, минеральные элементы

UDK 004.9

[1,4]A. Kalizhanova, [1,2]P. Kisała, [1,3]S. Amirgalieva, [4,5]A. Kozbakova,
[6]D. Yedilkhan, [1,3]Zh. Aitkulov,
([1]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty
[2]Lublin Technical University, Poland
[3]International University of Information Technology, Almaty, Kazakhstan
[4]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty
[5]Almaty University of Technology, Almaty
[6]Astana IT-University, Nur-Sultan, Kazakhstan
e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru,)

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF NEW STRUCTURES OF THE TILT FIBER BRAGG GRATINGS AND THEIR PROPERTIES

Abstract. In this paper new structures of tilted fiber Bragg gratings and their properties are considered. The article presents the results of experimental research of periodic structures with a linearly variable value of the period of chirped tilted fiber Bragg gratings (CTFBG) and twisted tilted fiber Bragg gratings (TTFBG). Among the many new types of periodic structures that are currently being developed, the structures considered are promising. The proposed designs represent a new approach to reducing the sensitivity to polarization of tilted fiber Bragg gratings, which can be used to measure the refractive index, and open up wide possibilities for their practical application in creating fiber-optic systems in various industries and other fields of activity. The properties of the indicated periodic structures are experimentally researched, their parameters and functional capabilities are determined.

Key words: system, structure recording, sensor, signal, chirped tilted fiber Bragg gratings

[1,4]Калижанова А.У., [1,2]Кисала П., [1,3]Амиргалиева С.Н., [4, 5]Козбакова А.Х.,
[6]Едилхан Д., [1,4]Айткулов Ж.С.
([1]Институт информационных и вычислительных технологий
КН МОН РК, Алматы, Казахстан
[2]Люблинский технический университет, Люблин, Польша
[3]Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан
[4]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан
[5]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан
[6]Астана IT-университет, Нур-Султан, Казахстан
e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ СТРУКТУР НАКЛОННОЙ ВОЛОКОННОЙ РЕШЕТКИ БРЭГГА И ИХ СВОЙСТВА

Аннотация. В данной работе рассматриваются новые структуры наклонной волоконной решетки Брэгга и их свойства. В статье представлены результаты экспериментальных исследований периодических структур с линейно переменным значением периода чирпированных наклонных волоконных решеток Брэгга (ЧНВРБ) и скрученных наклонных волоконных решеток Брэгга (СНВРБ). Среди многих новых типов периодических структур, которые сейчас разрабатываются, рассмотренные структуры являются перспективными. Предлагаемые структуры представляют собой новый подход к снижению чувствительности к поляризации наклонных волоконных решеток Брэгга, который может быть использован при измерении показателя преломления, и открывают широкие возможности для их практического применения при создании волоконно-оптических систем в различных отраслях промышленности и других сферах деятельности. Экспериментально исследованы свойства указанных периодических структур, определены их параметры и функциональные возможности.

Ключевые слова: система, запись структур, датчик, сигнал, чирпированная наклонная волоконная решетка Брэгга.

ВВЕДЕНИЕ

Наклонные волоконно-оптические периодические структуры с переменным периодом ЧНВРБ.

Одной из групп периодических структур с наклонной модуляцией показателя преломления являются наклонные структуры с линейно переменным значением периода ЧНВРБ (англ. chirped tilted fiber Bragg gratings-чирпированная наклонная волоконная решетка Брэгга). Эти типы структур используются в качестве краевых фильтров в системах фильтрации сигналов, например, от датчиков на основе стандартных, простых и однородных решеток Брэгга [1-5], а также в качестве структур, используемых для ограничения эффекта комбинационного рассеяния в волоконных лазерах [6].

Кроме того, запись структур ЧНВРБ на оптических волокнах с большим диаметром области мод LMA (large mode area-большая область моды) позволяет ограничить их чувствительность к температуре [7]. Способ получения таких структур для настоящего исследования с использованием метода фазовой маски и их структура представлены в упрощенной схеме (рисунок 1).

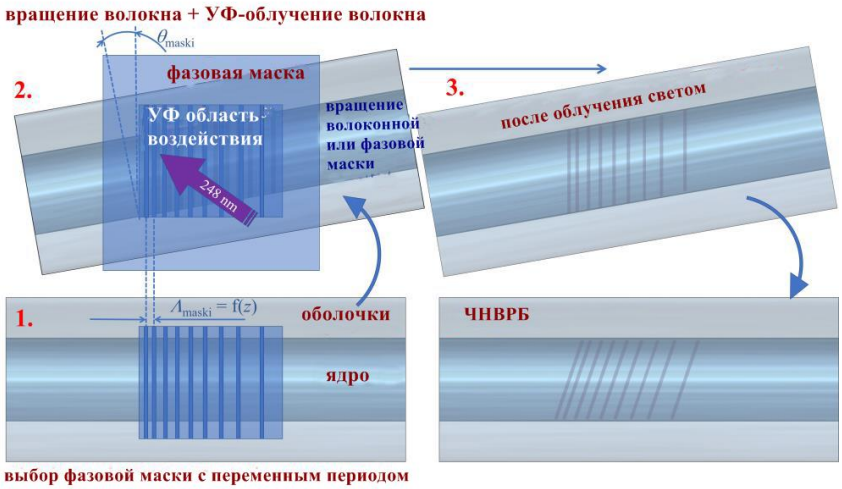


Рис .1. Запись структур ЧНВРБ

Форма спектральных характеристик ЧНВРБ создает новые возможности для их применения. В фильтрующих системах наиболее желательны характеристики с длиной, охватывающие широкий спектральный диапазон, склоны, которые, кроме того, уменьшаются или увеличиваются линейно. Медленно опускающиеся склоны ЧНВРБ, применяемые в качестве краевых фильтров, позволяют использование этих структур для преобразования сдвига длины волны, например, простых решеток ВРБ для изменения мощности, устраняя необходимость измерения длины волны и его замены простым измерением оптической мощности. Идея применения ЧНВРБ в качестве краевых фильтров для простых структур ВРБ показана на рисунке 2.

Взаимное расположение характеристик передачи ЧНВРБ, используемых в системе, и характеристик отражения ВРБ показано на рисунке 3. Сплошная красная линия на рисунке показывает форму характеристик ЧНВРБ, в то время как пунктирными линиями показаны форма и положение характеристик ВРБ. В ситуации, когда характеристики передачи ЧНВРБ будут иметь симметричные склоны , можно будет эксплуатировать систему как на левом (нисходящем), так и на правом (восходящем) склонах ЧНВРБ. Рабочая область системы на восходящем склоне ЧНВРБ отмечена зеленым цветом, а характеристики системы, меняющие свое положение на нисходящем склоне, отмечены синим цветом.

Как вы можете видеть, структура ВРБ может работать как датчик, например, напряжения, причем возможно как сжатие, так и растяжение.

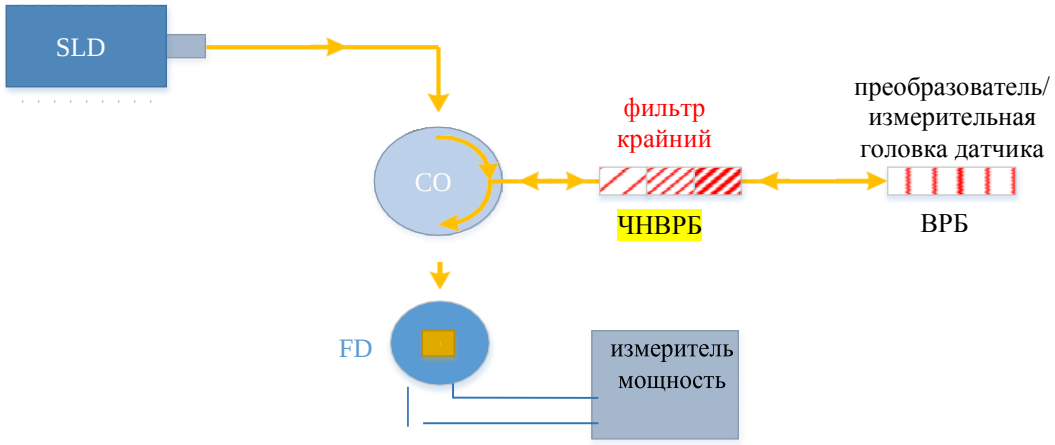


Рис.2. Применение ЧНВРБ в системе краевого фильтра для датчиков ВРБ

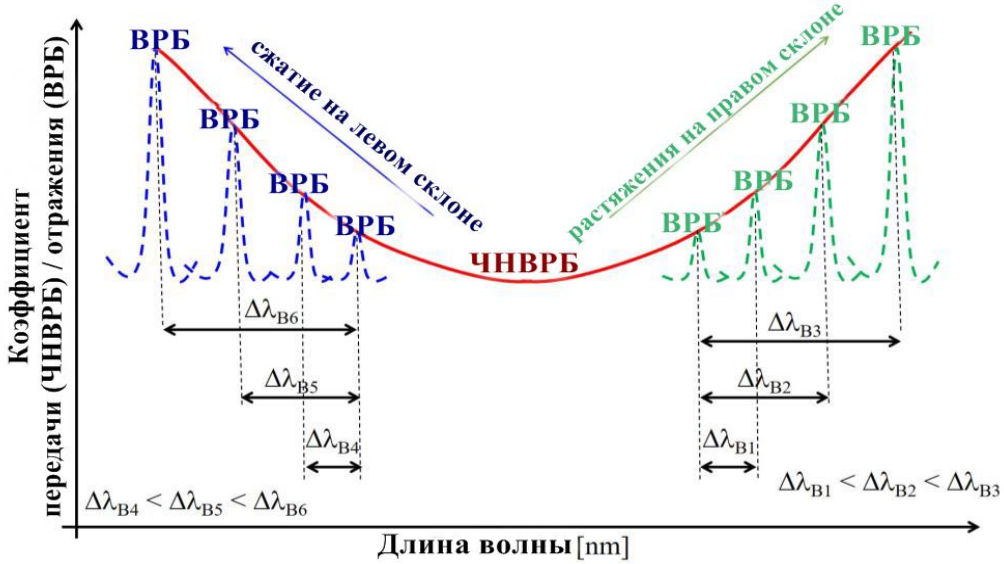


Рис.3. Характеристики краевого фильтра на основе наклонных решёток с переменным периодом (ЧНВРБ) и датчиками, использующими однородные и простые решетки Брэгга (ВРБ)

При таком выборе спектральных характеристик ЧНВРБ и ВРБ возможно преобразуется значение смещения волны, заданной длины элементов ВРБ, в величину мощности, отражаемой ВРБ и достигающей, например, фотодетектора. На рисунке 4 показаны спектральные характеристики передачи полученных структур ЧНВРБ с различными значениями угла наклона θ и одинаковыми значениями изменения периода по всей их длине.

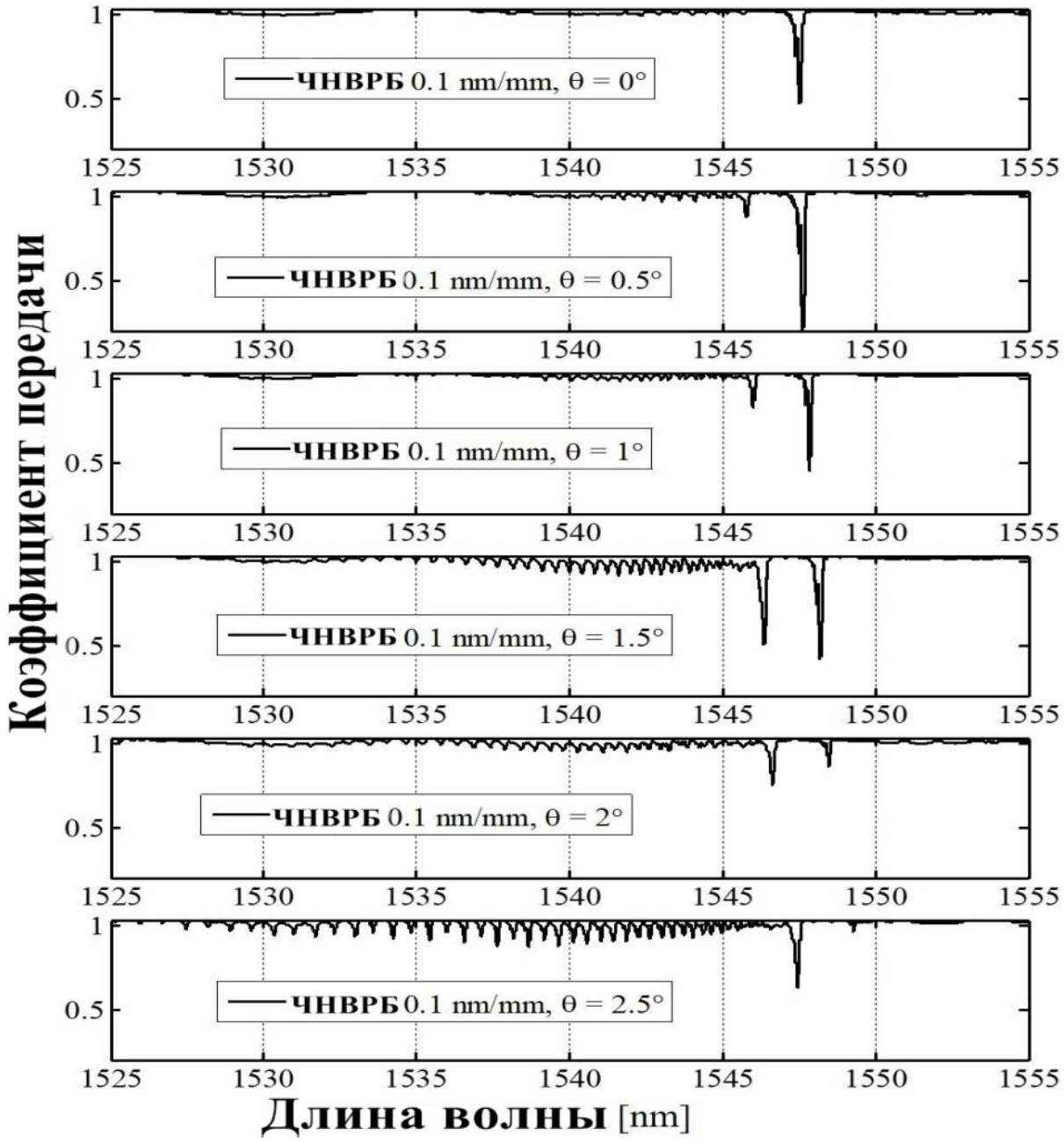


Рис.4. Характеристики передачи полученных структур ЧНВРБ с переменным углом наклона θ, для сравнения, измерения были выполнены для структур с тем же значением «chirpu»

Результаты, представленные на рисунке 4, показывают, что изменение периода на длине структуры ЧНВРБ на уровне 0,1 nm/mm слишком мало, для создания краевого фильтра независимо от значения угла наклона структуры. При таких малых значениях изменения периода по длине решетки практически невозможно получить заметный наклон склона характеристики передачи ЧНВРБ. Такие структуры не могут служить краевыми фильтрами.

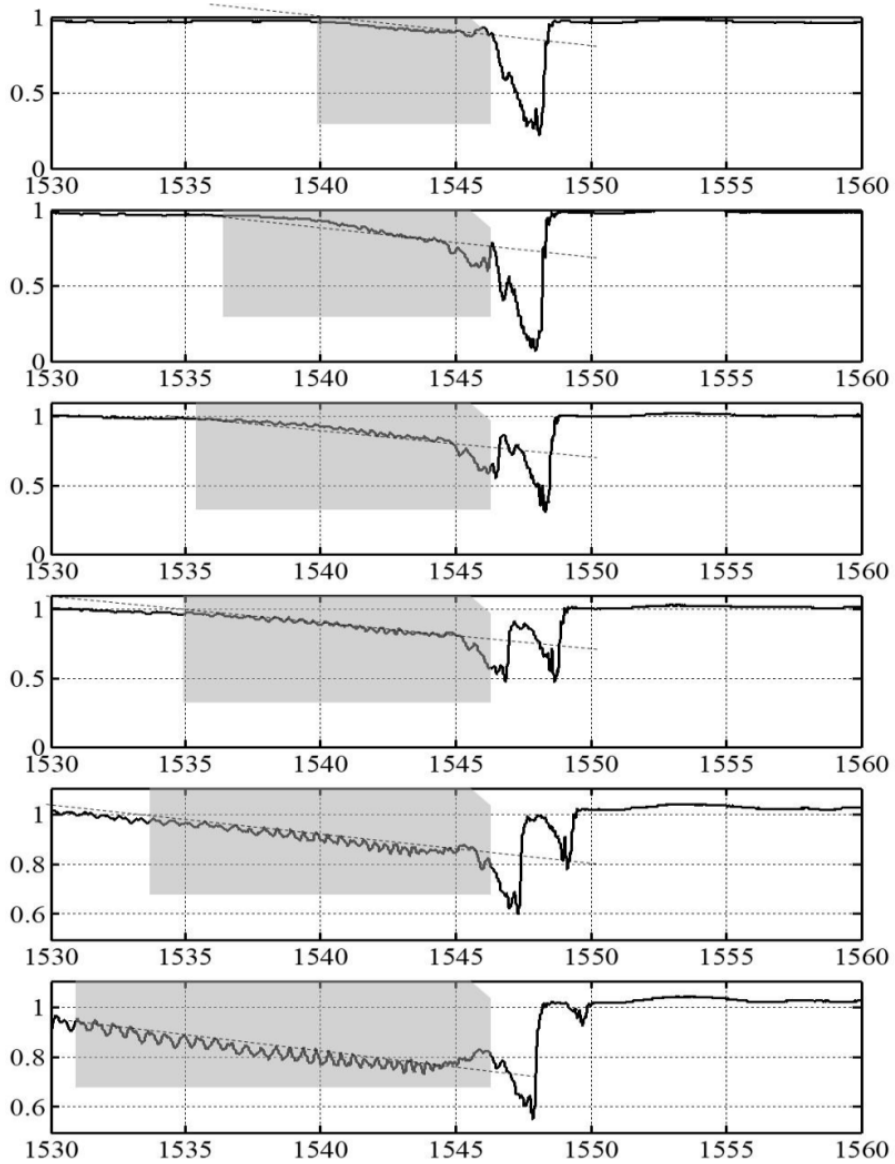


Рис.5. Характеристики передачи полученных ЧНВРБ структур с различными значениями угла наклона θ и значения «chirpu» структур, равными 1 nm/mm

Пунктирной линией обозначен наклон склона характеристики, которая является самой большой в выделенных областях спектра, отмеченных серым цветом. Последующие структуры ЧНВРБ, которые могут быть применены в системах опроса сигналов от оптических датчиков, были созданы для увеличения периода в 10 раз по длине структуры, так называемые «chirpu». На рисунке 5 показаны характеристики изготовленных решеток с изменением периода на длине структуры 1 nm/mm. Серое поле указывает спектральную область, в которой характеристики передачи имеют наклон склона, подходящий для системы опроса. Как можно заметить, увеличение значение угла наклона структуры приводит к увеличению спектрального диапазона, в котором спектральная характеристика приобретает характерный наклон. Однако, с другой стороны, большие значения угла θ приводят к увеличению амплитуды отдельных пиков, полученных из оболочечных мод и характеристика передачи подвергается характерному «зазубрению» со стороны более коротких волн до длины волны Брэгга. Эти два эффекта позволяют выбрать оптимальные параметры в виде изменения периода по длине структуры и угла наклона модуляции показателя преломления. Эти параметры должны анализироваться индивидуально для каждого использования. На рисунке 6 а) показаны характеристики решетки ЧВРБ (ЧВРБ- чирпированная волоконная решетка Брэгга), но без наклонной модуляции показателя преломления. Для сравнения, на рисунке 6 б) показана структура ЧНВРБ с углом наклона $\theta_{\text{ЧНВРБ}}$=0,5°.

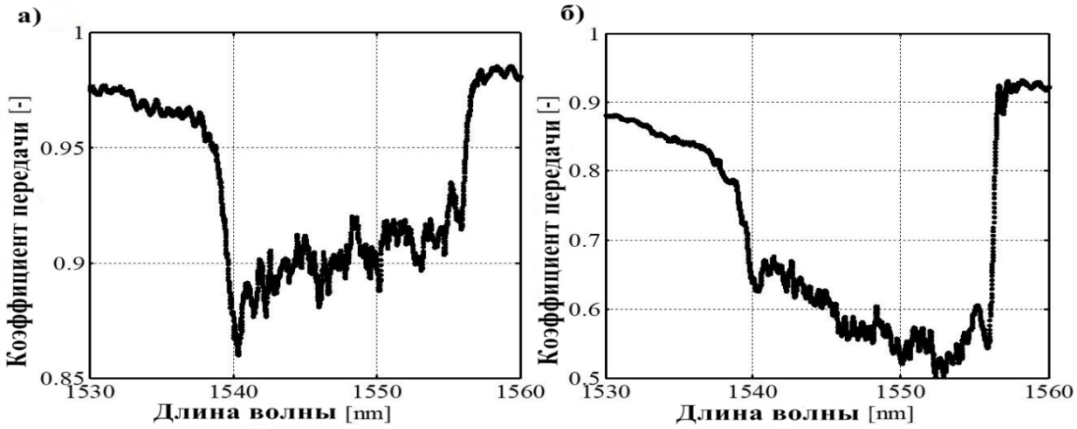


Рис.6. Характеристики передачи изготовленных структур: а) ЧВРБ б) ЧНВРБ с углом θ=0,5° и изменением периода, равным 10 nm/mm

Обе структуры, спектральные характеристики которых представлены на рис. 6, имели период, изменяющийся на 1 nm на каждый миллиметр длины структуры. Сравнивая характеристики ЧВРБ и ЧНВРБ, можно отметить явное изменение формы спектральных характеристик уже для угла наклона структура ЧНВРБ, равном θ =0,5°. Аналогичные измерения были сделаны для структуры с большими углами наклона, как показано на рисунках 7 и 8.

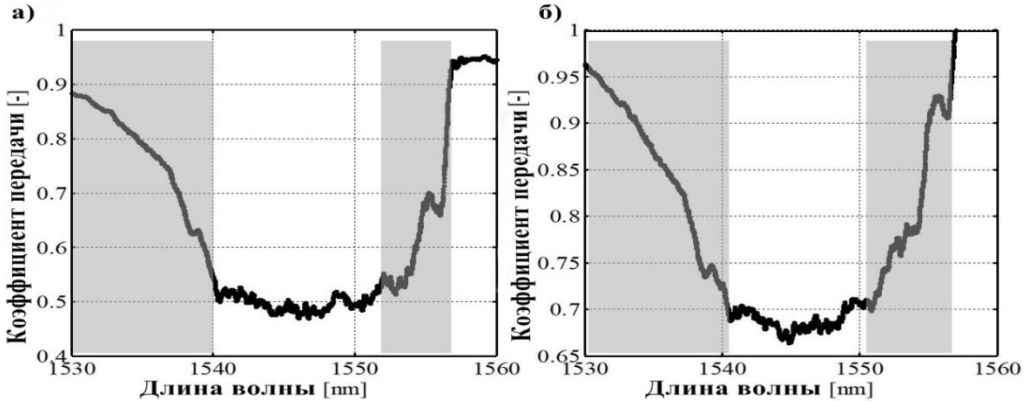


Рис.7. Характеристики передачи изготовленных структур ЧНВРБ с углом наклона модуляции показателя преломления: а) θ=1° b) θ=1,5° с изменением периода, равным 10 nm/mm

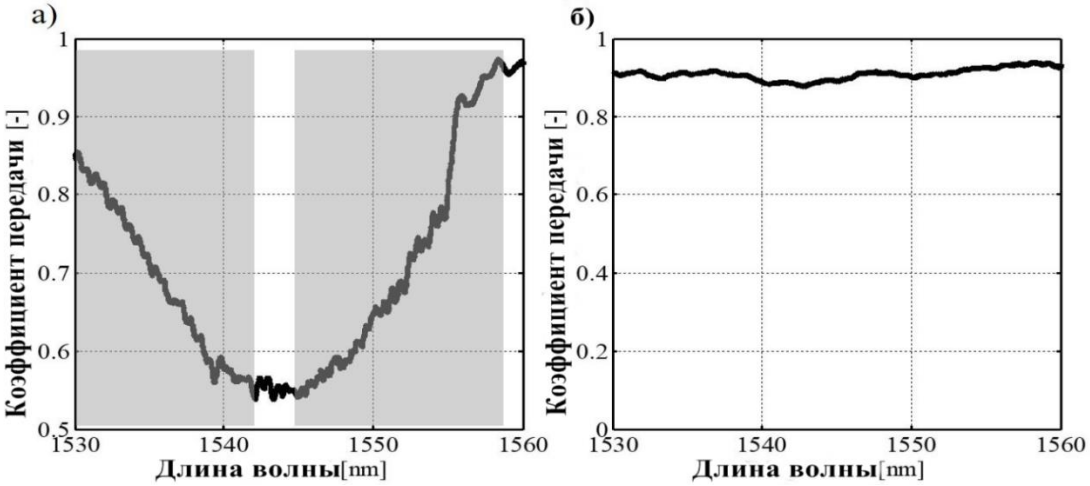


Рис .8. Характеристики передачи изготовленных структур ЧНВРБ с углом наклона модуляции показателя преломления: а) θ=2° b) θ=2,5° с изменением периода, равным 10 nm/mm

На рисунках 7 и 8 серым цветом обозначены области, в которых на характеристиках передачи ЧНВРБ имеется наклон склонов. Для угла наклона θ со значениями, содержащимися в диапазоне от 1-1, 5°, есть две четкие области, где склоны характеристики передачи наклонены. В области, расположенной на стороне коротких волн, склон наклонен в диапазоне 10 nm, в то время как склон, расположенный на стороне более длинных волн, также наклонен в диапазоне нескольких nm. Для угла наклона θ =2° коэффициент передачи ЧНВРБ изменяется практически во всем рассматриваемом спектральном диапазоне (рис. 8 а). Подводя итог, можно сделать вывод, что для значения «chirpu» структуры на уровне 10 nm/mm можно получить краевой фильтр. Для этих типов структур существует широкий диапазон регулировки наклона склонов их спектральных характеристик. Отметим также, что существует определенное предельное значение угла θ, после превышения которого происходит сильное сплющивание спектральных характеристик (рис. 8 б). Оно связано с возникновением двух параллельно происходящих явлений.

Первое из них заключается в неравномерности спектрального расширения отдельных мод, распространяющихся в структуре ЧНВРБ в результате увеличения длины значения периода модуляции показателя преломления. Второе явление - уменьшение высоты минимумов, полученных из отдельных оболочечных мод, из-за увеличения угла наклона, вызванного все более сильной «утечкой» мод из структуры ЧНВРБ. Таким образом, оба эти явления вызывают сглаживание всей характеристики передачи ЧНВРБ.

Возможности формирования наклона спектральных характеристик ЧНВРБ важны с точки зрения их потенциального использования в качестве краевых фильтров. Все описанные структуры с наклонной модуляцией показателя преломления имеют одну общую черту, которая налагает некоторые ограничения в системах обнаружения. Если мы введем поляризованный свет в оптическое волокно из НВРБ, то спектральный диапазон, соответствующий оболочечным модам, будет меняться в зависимости от состояния поляризации этого света. Таким образом, влияние поляризации входного света на спектр структур НВРБ, включая ЧНВРБ, определяет необходимость контроля состояния, например угла, поляризации. Соответственно, исследования, ведущего к уменьшению или устранению влияния угла поляризации входного света на оптические параметры, например, форму характеристик передачи, наклонные периодические структуры.

Наклонные скрученные волоконно-оптические периодические структуры СНВРБ

Примером новой структуры НВРБ является брэгговская решетка из скрученного наклонного волокна (англ. twisted tilted fiber Bragg grating -скрученная наклонная волоконная решетка Брэгга), впервые предложенная в [8]. Как было показано, состояние поляризации входного света влияет на оптические параметры структур НВРБ. В работе было доказано, что скручивание уже наклонной модуляции показателя преломления снижает чувствительность такой структуры к углу поворота поляризации входного света. Оптические волокна и записанные на них простые и однородные периодические волоконно-оптические структуры не чувствительны к изменениям поляризации введенного света, поскольку они цилиндрически симметричны. Такая симметрия является их важным преимуществом, поскольку при измерении сигналов, поступающих из таких структур, например, в системе интеррогатора нет необходимости в поляризованном свете. Кроме того, нет необходимости контролировать поляризацию по всей оптической траектории, например, используя волокна, поддерживающие поляризацию [9, 10, 11]. Оптическое волокно может стать чувствительным к плоскости поляризации входного света при определенных условиях. Как уже упоминалось, наиболее частой причиной поляризационной чувствительности является нарушение ее цилиндрической симметрии. Здесь следует отметить, что структуры НВРБ формируются путем наклона оси изменения показателя преломления относительно нормали к оси оптического волокна, что является нарушением такой цилиндрической симметрии [12-16].

Описанный метод минимизации влияния изменений поляризации заключается в создании новой структуры НВРБ, которая будет нечувствительной к изменению поляризации света. Решение в этом случае состоит в том, чтобы создать структуру, которая, помимо наклона модуляции показателя преломления, будет скручена вдоль ее длины на определенный угол ϕ, как показано на рисунке 9.

На рисунке 9 показан метод определения угла кручения структуры ϕ. Та же самая структура также характеризуется углом θ, определяющим наклон модуляции показателя преломления относительно нормали к волокну, на котором записывается НВРБ.

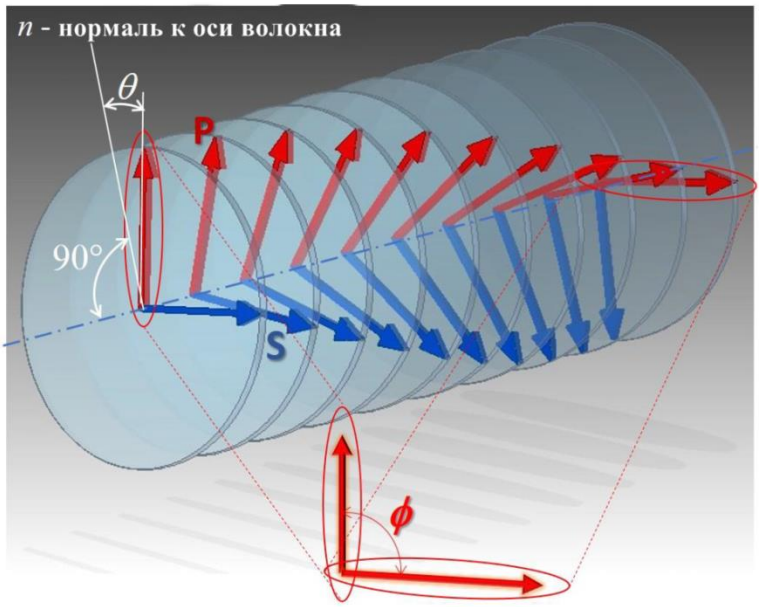


Рис.9. Скручивание структуры НВРБ на угол ϕ. Красные стрелки обозначают поляризацию типа P, синие стрелки соответствуют поляризации типа S

Чтобы продемонстрировать влияние скручивания структуры на зависимость ее спектра пропускания от поляризации входного света, на первом этапе были проведены испытания, в которых НВРБ закручивается под известным углом ϕ. Для испытаний была изготовлена структура НВРБ с углом наклона θ= 5°. Характеристики передачи всей структуры без индуцированного скручивания показаны на рисунке 10. Эволюция спектра из-за изменений угол поляризации для не скрученной структуры (ϕ=0°) показана на рисунке 11.

Три спектральные характеристики были измерены для трех различных значений угла поляризации входного света в соответствии с поляризацией P-типа, поляризация повернута на 45 °, что соответствует поляризации S | P-типа, а поляризация повернута на 90 °, что соответствует поляризации S-типа. На рисунке 12 показаны результаты аналогичных спектральных измерений, но уже сделано на конструкции, скрученной под углом ϕ = 45°.

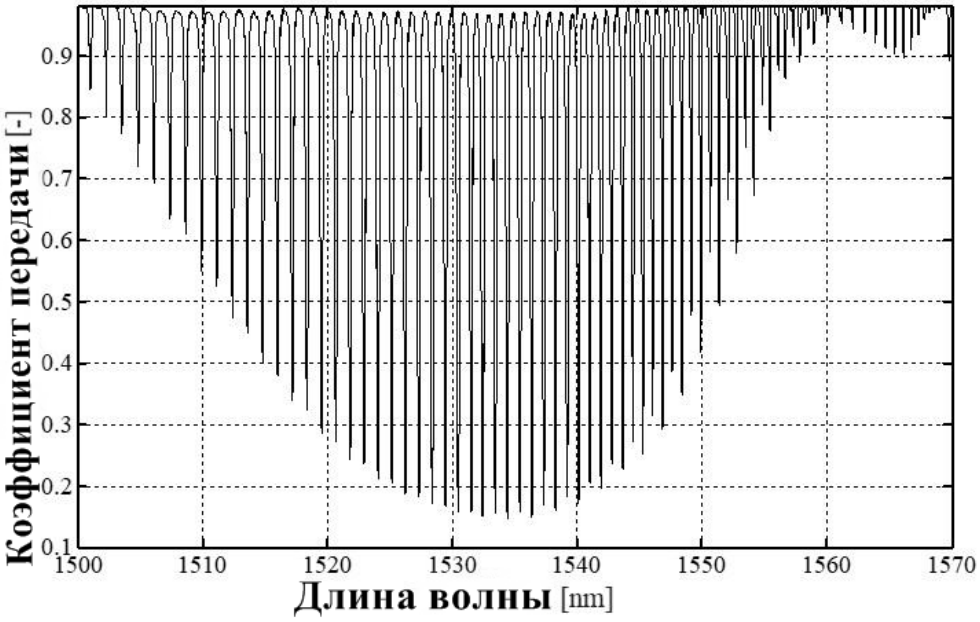


Рис.10. Спектральные характеристики структуры НВРБ: θ=5°, ϕ=0°

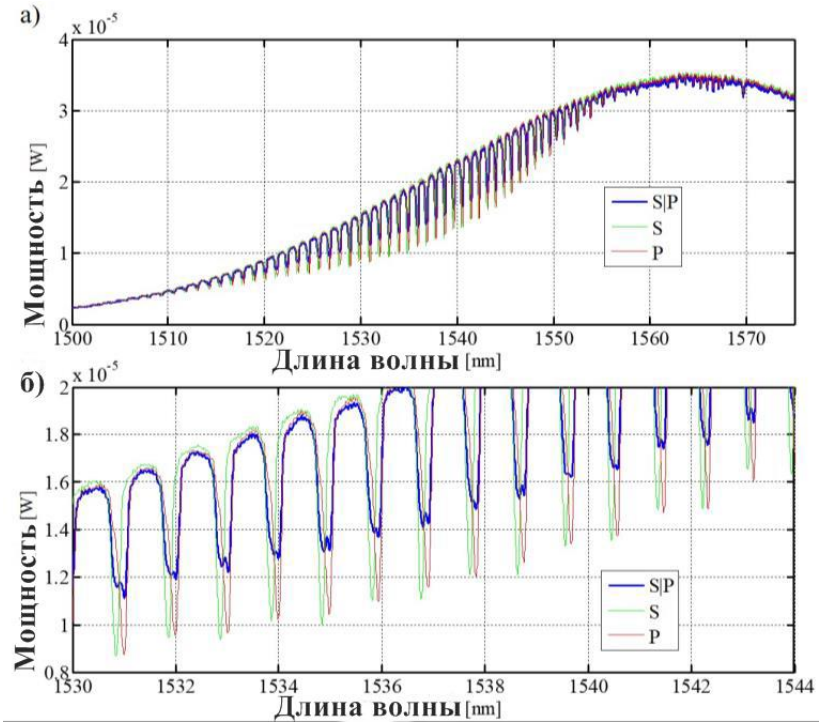


Рис. 11. Результаты спектральных измерений НВРБ θ=5°, ϕ=0° раскручены для трех состояний поляризация входного света для длин волн:
а) 1500-1575 nm, б) 1530-1544 nm

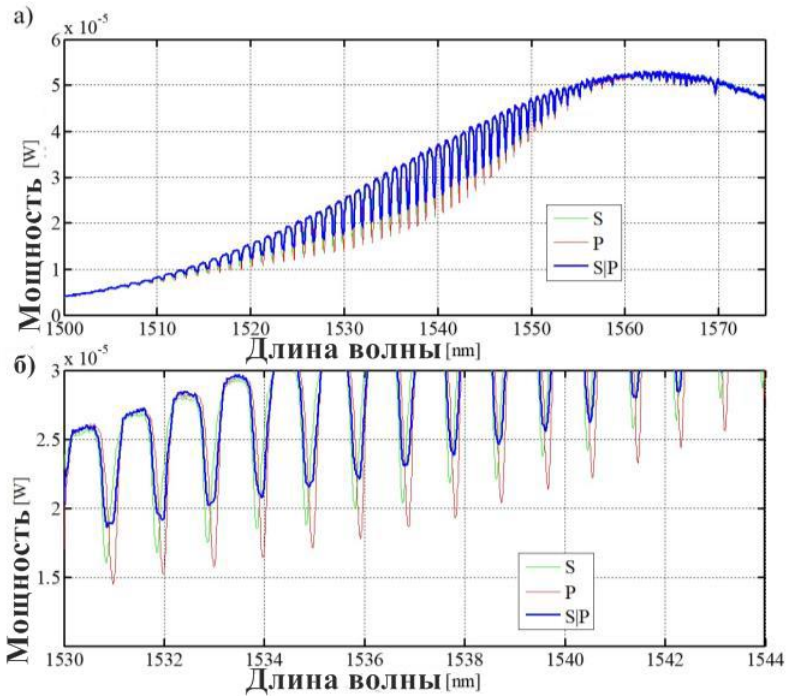


Рис.12. Результаты спектральных измерений НВРБ θ=5°, скрученных на угол ϕ=45° для трех состояний поляризация входного света для длин волн:
а) 1500-1575 nm, б) 1530-1544 nm

Результаты измерений, представленные на рисунках 11-12, доказывают, что можно контролировать чувствительность к изменениям угла поляризации входного света, выбирая угол кручения всей структуры НВРБ. Изменение амплитуды пика, полученное из оболочечных мод, тем меньше, чем больше угол кручения ϕ структуры НВРБ.

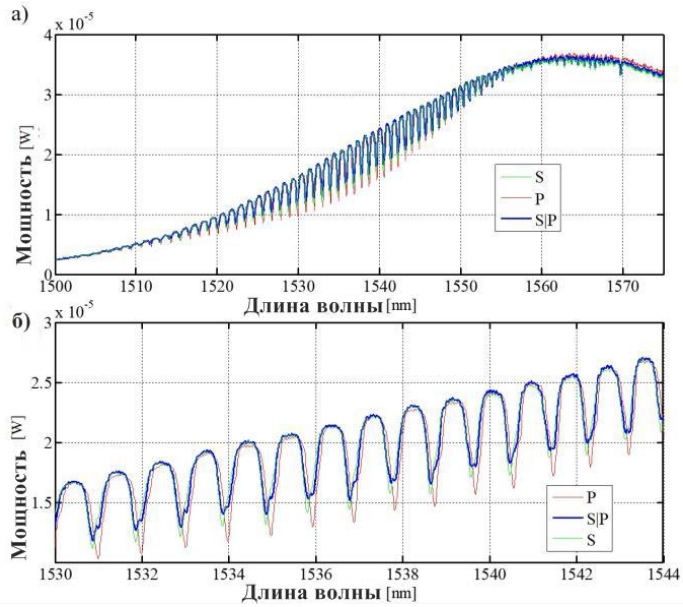


Рис.13. Результаты спектральных измерений НВРБ θ=5°, скрученных на угол ϕ=90° для трех состояний поляризация входного света для длин волн:
а) 1500-1575 nm, б) 1530-1544 nm

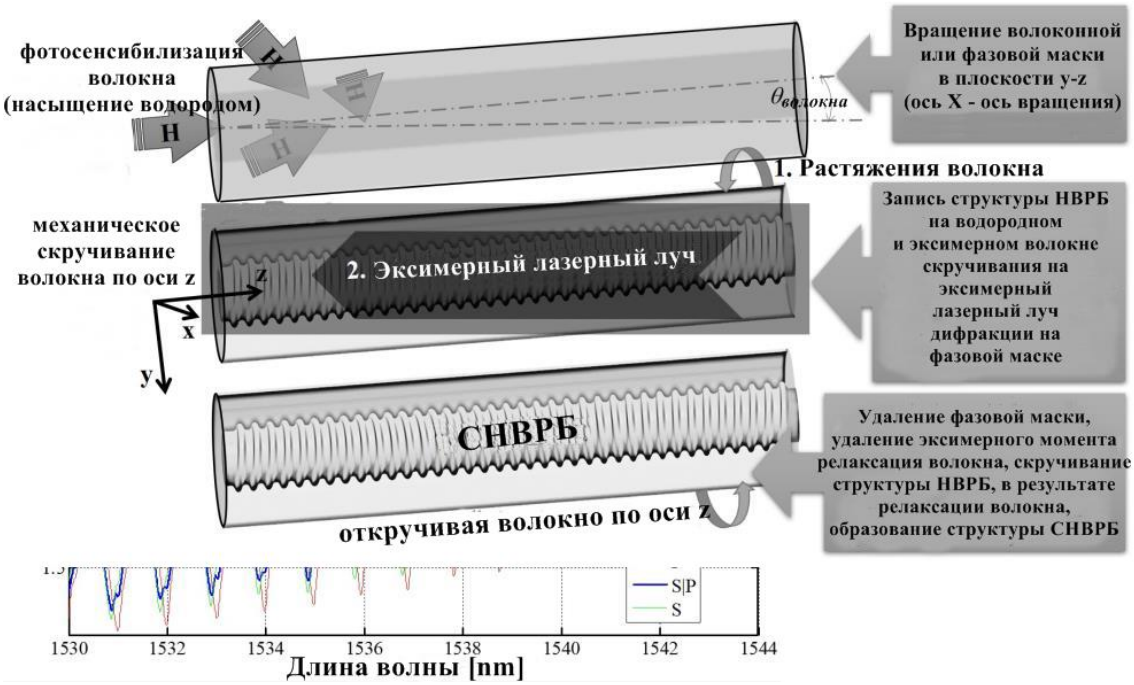


Рис.14. Схема, показывающая способ получения структур СНВРБ

С этой целью был разработан способ изготовления структур, которые уже будут скручены под определенным углом. На рисунке 14 показано, как изготовить такие структуры. Затем этот метод использовался для создания реальных структур НВРБ, которые, кроме того, из-за их перекручивания были помечены символом СНВРБ.

Стандартные одномодовые волокна, на которых будут записываться структуры СНВРБ, имеют уровень легирования диоксидом германия GeO_2 3%, что достаточно для достижения изменений показателя преломления всего10^{-5}. Для повышения уровня изменения показателя преломления в сердечнике необходимо в несколько раз повысить уровень легирования, что технологически сложно. Все структуры, описанные в этом исследовании, были получены путем фотосенсибилизации оптических волокон в атмосфере водорода.

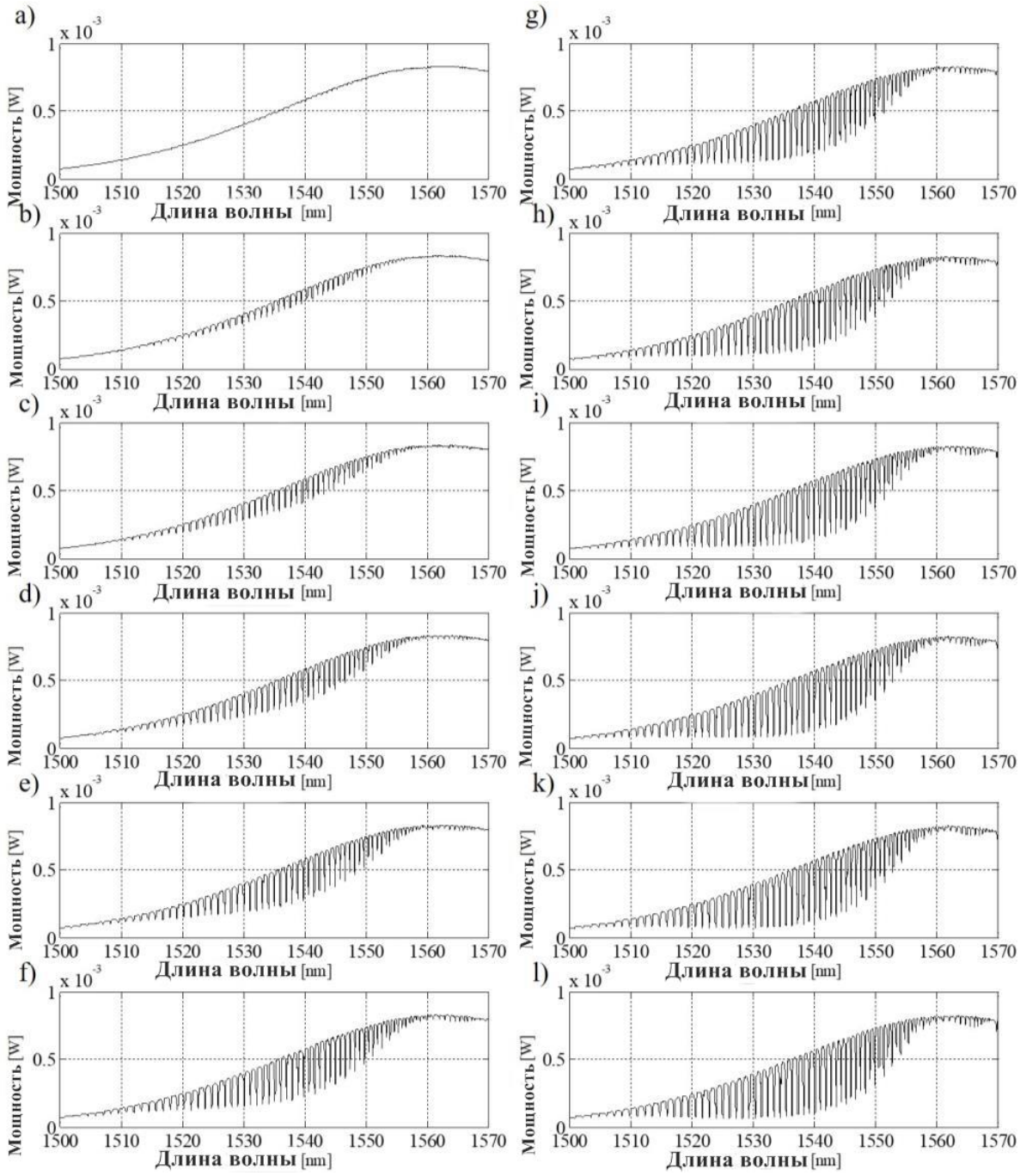


Рис.15. Процесс формирования структуры НВРБ на оптическом волокне, скрученном на 180°

На рисунке 15 показаны характеристики пропускания, измеренные в разное время с момента включения лазера: а) 4 с, б) 8 с, в) 12 с, д) 16 с, е) 20 с, f) 24 с, г) 28 с, ч) 32 с, и) 36 с, к) 40 с, к) 44 с, л) 48 с.

Этот процесс позволил получить диффузию атомов водорода в волоконно-оптической сердцевине, и, следовательно, его чувствительность к ультрафиолетовому излучению [17]. Процесс гидрирования волокна длился 8 дней при контролируемой температуре 23°C и давлении 200 бар. В результате были получены изменения показателя преломления 10^{-2}.

На рисунке 15 представлены последующие этапы процесса формирования минимумов по характеристикам пропускания оптического волокна, скрученного на 180°C в течение записи на нем НВРБ.

Структура, характеристики которой показаны на рисунке 15, была записана с помощью лазера Coherent Inc., работающим при 100 мДж и частоте повторения 100 Гц. Как видно, увеличение времени

облучения волокна приводит к увеличению отдельных минимумов на спектральных характеристикам передачи, которая обусловлена все более сильной связью света с оболочечными модами. Время записи всей структуры на скрученном волокне составило 48с (рис. 15). увеличение времени облучения волокна приводит к увеличению отдельных минимумов на спектральных характеристиках передачи, что связано с все более сильной связью света с оболочечными модами.

Следует также отметить, что структура НВРБ действительно формируется на механически скрученном волокне. Поэтому следующим шагом является освобождение (расслабление) волокна. Поскольку скручивание происходит в пределах упругости волокна, ослабление крутящего момента волокна приводит к его возврату в раскрученное состояние. Это, в свою очередь, приводит к тому, что структура НВРБ, записанная на скрученном волокне, трансформируется в результате релаксации волокна в структуру СНВРБ. Первые испытания влияния угла поворота поляризации света на спектральные характеристики были выполнены для структур СНВРБ с углом скручивания 90°.

Измерения были выполнены для трех состояний входной поляризации: P, S | P и S. Для сравнения аналогичные измерения были проведены и для структуры НВРБ, скрученной под тем же углом 90°. Результаты измерений показаны на рисунке 16. Изменения спектра НВРБ и СНВРБ имеют одинаковый характер. На этом этапе следует также отметить, что, во многих работах, касающихся использования НВРБ, в датчиках поворота на основе СНВРБ анализируется только поворот структуры решетки, а не, например, скручивание оптического волокна, сохраняющего поляризацию и решетку. Несмотря на то, что скрученные структуры известны для длиннопериодных решеток [18], СНВРБ, описанные в этой работе, являются одним из новых и перспективных представлений скрученных наклонных волоконно-оптических решеток.

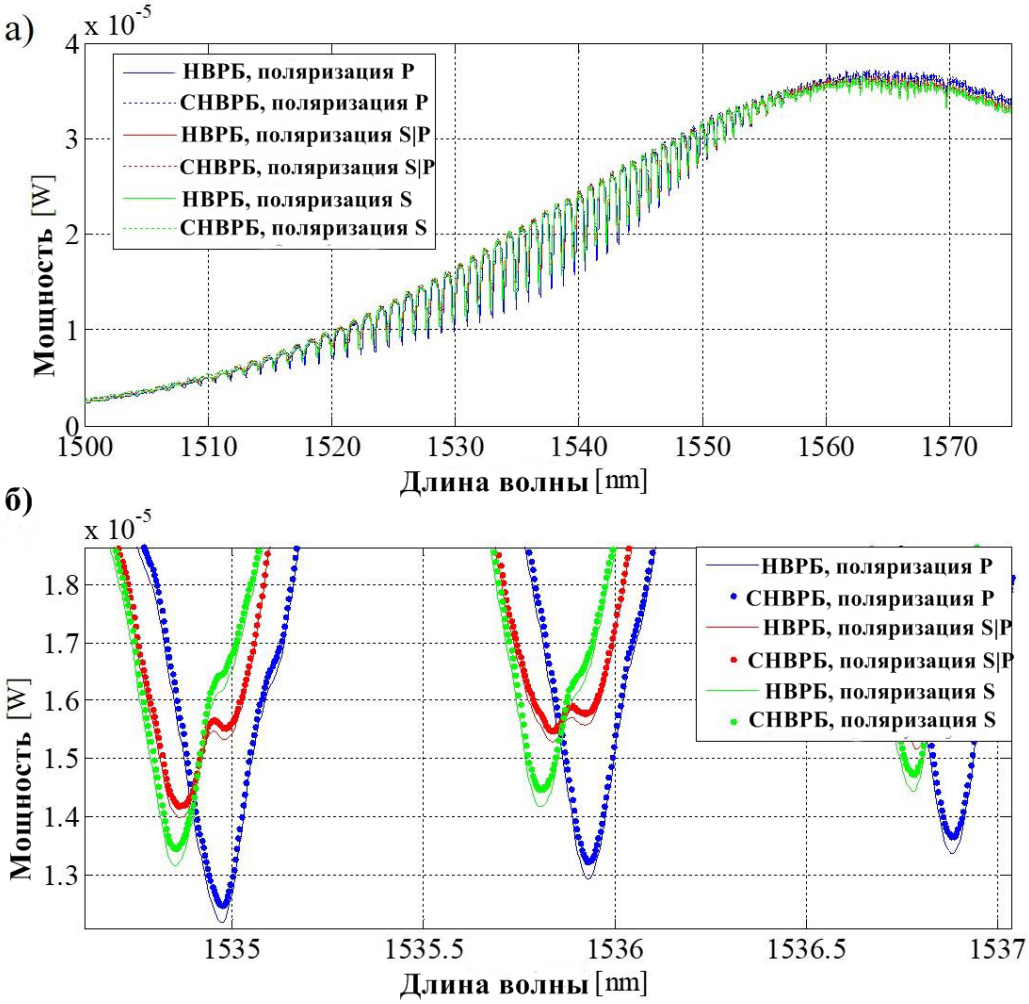


Рис.16. Сравнение спектральных характеристик двух структур СНВРБ с углом скручивания 90°и скрученным НВРБ за время измерений под углом 90°:
а) весь спектральный диапазон, б) выбранный спектральный диапазон, соответствующий трем выбранным оболочечным модам

Полученный таким образом СНВРБ был затем подвергнут спектральным испытаниям для различных условий поляризации. Чтобы определить степень скручивания структуры, были введены соответствующие угловые маркеры, между которыми измерялся угол кручения ϕ. Были исследованы следующие структуры: НВРБ (СНВРБ ϕ=0°), СНВРБ ϕ=45°, СНВРБ ϕ=90°, СНВРБ ϕ=180°.

Все полученные решетки имели угол наклона модуляции показателя преломления θ =5°. Результаты измерений для двух спектральных диапазонов, полного (а) и суженного для выбранных оболочечных мод (б), обобщены на рисунке 17.

Прямой эффект скручивания структуры заключается в уменьшении изменений коэффициента пропускания для отдельных оболочечных мод с изменениями поляризации входного света.

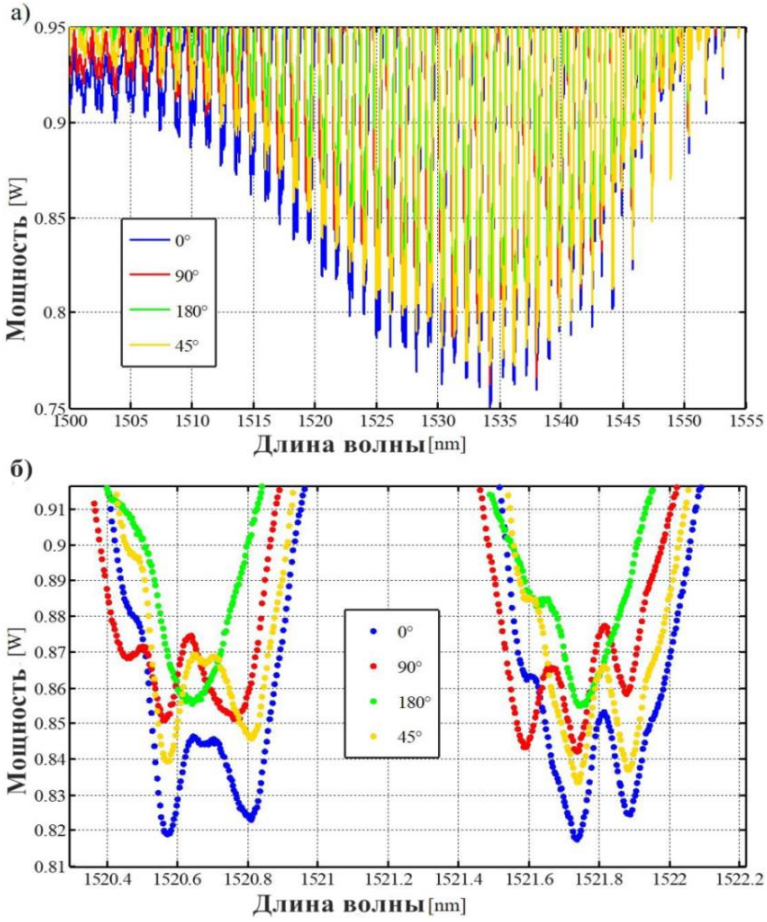


Рис 17. Сравнение спектральных характеристик четырех структур СНВРБ, различающихся по углу ϕ: а) весь спектральный диапазон, б) выбранный спектральный диапазон, соответствующий двум выбранным оболочечным модам

На рисунке 18 показаны изменения мод передачи P и S из-за изменений в состоянии поляризации введенного света для структуры НВРБ, структура СНВРБ скручена вдоль своей длины на 45°, 90° и 180°. Для сравнения все структуры имели одинаковую длину L=10 мм. Графики, представленные на рисунке 18, относятся к изменениям значения коэффициента передачи выбранной оболочечной моды.

Графики были получены с помощью численных расчетов путем деления структуры на 50 элементов. Каждому такому элементу был присвоен соответствующий спектр передачи. Чтобы проиллюстрировать зависимость спектра от поворота поляризации, графики на рисунке 18 представляют коэффициенты передачи для минимума, полученного из выбранной моды.

Важнейшим этапом численных расчетов является определение коэффициента пропускания однородной решетки T (α) для каждого поляризационного состояния, представленного углом α линейно поляризованного света. Такая передача была определена с использованием измерений, сделанных для однородной раскрученной структуры НВРБ с длиной 1 см и углом θ, равным 5°. Пропускание скрученной решетки определяли как произведение пропускания 50 однородных структур

НВРБ длиной 1/50 см. В этом случае коэффициент передачи элементарной однородной структуры НВРБ будет определяться уравнением:

$$T_{\phi}(\alpha) = \sqrt[50]{T(\alpha)} \quad (1)$$

Соответственно, коэффициент передачи скрученной решетки на угол 90° будет определяться уравнением:

$$T_{0-90}(\alpha) = T_{\phi}(\alpha)T_{\phi}\left(\alpha + \frac{1}{50}90^0\right) \cdot T_{\phi}\left(\alpha + \frac{2}{50}90^0\right) \cdot \ldots \cdot T_{\phi}\left(\alpha + \frac{49}{50}90^0\right), \quad (2)$$

напротив, для структуры, скрученной на угол 180°, ее коэффициент передачи был определен с использованием уравнения:

$$T_{0-180}(\alpha) = T_{\phi}(\alpha)T_{\phi}\left(\alpha + \frac{1}{50}180^0\right) \cdot T_{\phi}\left(\alpha + \frac{2}{50}180^0\right) \cdot \ldots \cdot T_{\phi}\left(\alpha + \frac{49}{50}180^0\right). \quad (3)$$

При крайнем левом положении решетки на угол ϕ=180° отдельные решетки элементарные скручены в угол 0°, 180°/50, 2·180°/50, 3·180°/50, 4·180°/50, ..., 49·180°/50. На рисунке 18 показаны результаты численных расчетов коэффициента передачи, выполненных для минимума, полученного от выбранной оболочечной моды.

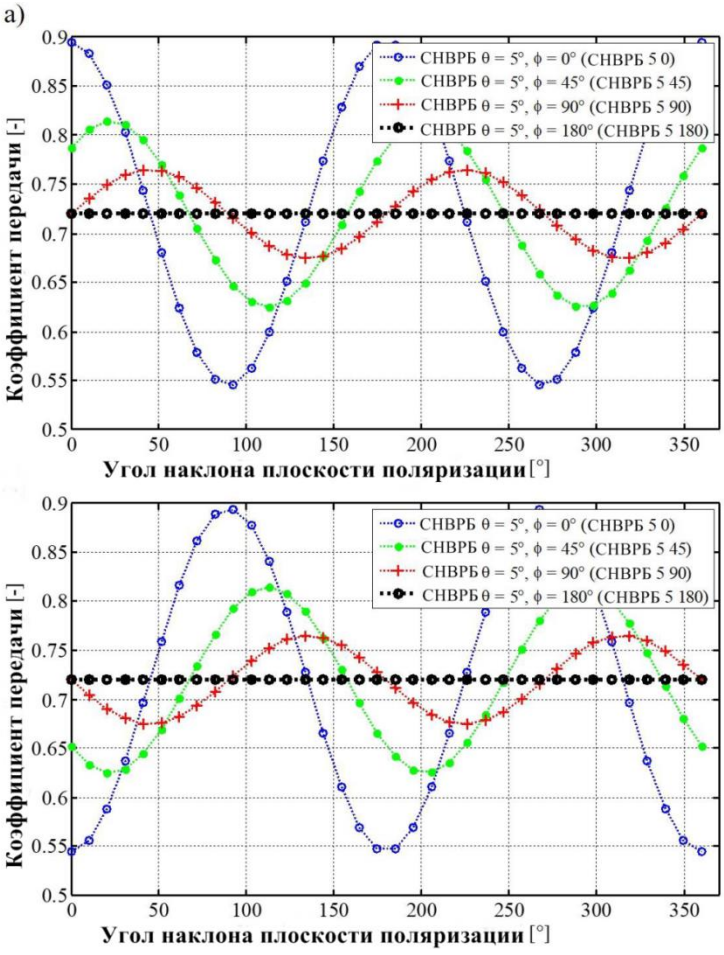


Рис.18. Результаты численных расчетов изменения коэффициента передачи структуры СНВРБ для разных углов ϕ: а) для моды типа P, б) для моды типа S

В случае раскрученной структуры форма изменений мод передачи является асимметричной. Следовательно, как направление вращения поляризации, так и направление вращения такой решетки невозможно определить на основе ее спектральных характеристик. В случае структуры, для которой ϕ

= 45°, когда угол поворота плоскости поляризации изменяется в диапазоне от -22,5 do +22,5°°, такая дискриминация возможна. Угол закручивания такой структуры также может быть определен. Решетка, повернутая на 180 градусов по своей длине, не проявляет поляризационную чувствительность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных экспериментальных исследований показано, что состояние поляризации входного света влияет на оптические параметры структур НВРБ. В работе было доказано, что скручивание уже наклонной модуляции показателя преломления снижает чувствительность такой структуры к углу поворота поляризации входного света. Также стоит отметить, что предлагаемые структуры представляют собой новый подход к снижению чувствительности к поляризации наклонных волоконных решеток Брэгга, который может быть использован при измерении показателя преломления. Полученные результаты представляют интерес при создании волоконно-оптических измерительных систем в различных отраслях промышленности, например, как автомобильной промышленности (рефрактометры для рабочих жидкостей), пищевой, сельскохозяйственной, животноводческой промышленности (рефрактометры для измерения концентрации, например, сахара, соли в водных растворах), промышленные технологии (рефрактометрия, например, нефтяных веществ, рефрактометр для измерения масляных эмульсий, охлаждающих эмульсий), также в области применения точечных измерений. Следует также обратить внимание на практические аспекты использования структур СНВРБ, сравнивая их, например, с двумя структурами, изготовленными под углом 180° по отношению друг к другу. Технологически лучше проводить один процесс записи периодической структуры на одномодовом волокне.

Измерения многих физических величин требуют большой осторожности и контроля состояния поляризации входного света, что улучшает чувствительность измерений, например рефрактометрических [19]. Однако, если состояние поляризации не контролируется, оно будет очень негативно влиять на точность рефрактометрических измерений. Одним из способов уменьшения влияния изменения угла поворота поляризации входного света во время измерений является использование неполяризованного света. Другой способ заключается в точном контроле угла поворота поляризации входного света, что на практике сложно сделать. Предложенный метод минимизации влияния изменений поляризации заключается в создании новой структуры НВРБ, которая будет нечувствительной к изменению поляризации света. Решение в этом случае состоит в том, чтобы создать структуру, которая, помимо наклона модуляции показателя преломления, скручена вдоль ее длины на определенный угол.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях Оптоэлектроники факультета электротехники и компьютерных наук Люблинского технического университета в рамках проекта ГФ №AP05132778 «Исследование и разработка системы интеррогации сигналов с оптоволоконным рефрактометром с использованием телекоммуникационных сетей» ИИВТ КН МОН РК.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Guo T., Tam H.-Y., Albert J., Chirped and tilted fiber Bragg grating edge filter for in-fiber sensor interrogation. CLEO:2011 – Laser Applications to Photonic Applications 1-2 (2011). doi: 10.1364/CLEO_SI.2011.CThL3

[2]Guo T., Tam H.-Y., Albert J., Linearly chirped and weakly tilted fiber Bragg grating edge filters for in-fiber sensor interrogation. Proceedings of SPIE 7753, 21st International Conference on Optical Fiber Sensors, 77537V-1- 77537V-4 (2011). doi: 10.1117/12.884956

[3]Liu Y., Zhang L., Bennion I., Arbitrary spectral response fibre edge filters based on tilted chirped grating structures. Technical Digest. Summaries of papers presented at the Conference on Lasers and Electro-Optics. Postconference Edition. CLEO '99. Conference on Lasers and Electro-Optics (IEEE Cat. No.99CH37013), 297 (1999). doi: 10.1109/CLEO.1999.834214

[4]Liu Y., Zhang L., Bennion I., Fabricating fibre edge filters with arbitrary spectral response based on tilted chirped grating structures. Measurement Science and Technology 10(1), L1-L3 (1999). doi: 10.1088/0957-0233/10/1/001

[5]Osuch T., Jurek T., Jędrzejewski K., Spectral transmission characteristics of weakly tilted and tilted chirped fiber gratings: comparative studies, Proceedings of SPIE 8903, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, 89030W-1- 89030W-6 (2013). doi: 10.1117/12.2035446

[6]Wang M., Zhang Y., Wang Z., Sun J., Cao J., Leng J., Gu X., Xu X., Fabrication of chirped and tilted fiber Bragg gratings and suppression of stimulated Raman scattering in fiber amplifiers. Optics Express 25(2), 1529-1534 (2017). doi: 10.1364/OE.25.001529

[7]Wang M., Li Z., Liu L., Wang Z., Gu X., Xu X., Fabrication of chirped and tilted fiber Bragg gratings on large-mode-area doubled-cladding fibers by phase-mask technique. Applied Optics 57(16), 4376-4380 (2018). doi: 10.1364/AO.57.004376

[8]Kisała P., Mroczka J., Cięszczyk S., Skorupski K., Panas P., Twisted tilted fiber Bragg gratings: new structures and polarization properties. Optics Letters 43(18), 4445-4448 (2018). doi: 10.1364/OL.43.004445

[9]Dai R., Zhang L., Liu Y., Zhou Y., Twist characteristics of the helical long-period fiber gratings written in the polarization maintaining fiber. 2017 16th International Conference on Optical Communications and Networks (ICOCN), IEEE 1-3 (2017). doi: 10.1109/ICOCN.2017.8121284

[10] Jiang Ch., Liu Y., Zhao Y., Zhang L., Mou Ch., Wang T., Helical Longperiod Fiber Grating Written in Polarization-maintaining Fiber by CO2- laser. Conference on Lasers and Electro-Optics OSA Technical Digest 1-2 (2018). doi: 10.1364/CLEO_SI.2018.SM2K.2

[11] Liu Q., Chai Q., Tian Y., Zhao Y., Liu Y., Wang S., Zhang J., Yang J., Yuan L., Spectral characteristics of rotated fused polarization maintaining fiber Bragg gratings subjected to transverse loading. 2017 25th Optical Fiber Sensors Conference (OFS), Proceedings of SPIE 10323, 103233Q1-103233Q4 (2017). doi: 10.1117/12.2265310

[12] Wojcik, J., Czyzewska, L., Klimek, J., Chodkowska, E. and Warda, J., "Technology of silver structural elements for special waveguides production," Proc. SPIE 5028, 35-39 (2003).

[13] Wójcik, W., Kisała, P., "The method for the recovery of the apodization function of the fiber Bragg gratings on the basis of its spectra," Przeglad Elektrotechniczny 86(10), 127-130 (2010).

[14] S. Cieszczyk, D. Harasim, and P. Kisała. A Novel Simple TFBG Spectrum Demodulation Method for RI Quantification. IEEE Photonics technology letters, vol. 29, no. 24, pp. 2264-2267, 2017.

[15] P. Kisała, Światłowodowe struktury periodyczne o pochylonej modulacji współczynnika załamania: właściwości i zastosowania. Monografie – Politechnika Lubelska, pp. 177- 214. Lublin 2019.

[16] P. Kisała,J. Mroczka,S. Cieszczyk, K. Skorupski, P. Panas. Twisted tilted fiber Bragg gratings: new structures and polarization properties. Vol. 43, No. 18 / 15 September 2018 / Optics Letters, pp. 4445-4448.

[17] Hill K. O., Meltz G., Fiber Bragg grating technology fundamentals and overview. Journal of Lightwave Technology 15(8), 1263-1276 (1997). doi: 10.1109/50.618320

[18] Shang R. B., Zhang W. G., Zhu W. B., Geng P. C., Ruan J., Gao S. C., Li X. N., Cao Q. X., Zeng X, Fabrication of twisted long period fiber gratings with high frequency CO2 laser pulses and its bend sensing. Journal of Optics 15, 1-6 (2013). doi: 10.1088/2040-8978/15/7/075402.

[19] Caucheteur Ch., Voisin V., Mégret P., Light Polarization-Assisted Sensing with Tilted Fiber Bragg ratings, The Open Optics Journal 7(1) (2013). doi: 10.2174/1874328501307010095

Калижанова А.У., Кисала П., Амиргалиева С.Н.,
Козбакова А.Х., Едилхан Д., Айткулов Ж.С.

Көлбеу талшықты Брэг торының жаңа құрылымдарын және олардың қасиеттерін зерттеу және құру

Түйіндеме. Берілген жұмыста көлбеу талшықты Брэг торының жаңа құрылымы және олардың қасиеттері қарастырылады. Мақалада бұратылған көлбеу талшықты Брэг торының (БКТБТ) және чирпирленген көлбеу талшықты Брэг торының (ЧКТБТ) периодының сызықты айнымалы мәніндегі периодтық құрылымын тәжірибелік түрде зерттеу нәтижелері ұсынылған. Қазіргі уақытта құрылып жатқан периодты құрылымдардың көптеген жаңа типтерінің арасында қарастырылып отырған құрылымдардың болашағы бар болып табылады. Ұсынылып отырған құрылымдар сыну көрсеткішін өлшеу кезінде қолданылуы мүмкін көлбеу талшықты Брэг торларын поляризациялауға сезімталдығын төмендетудің жаңа тәсілі болып табылады және әртүрлі салаларда және басқа да қызмет салаларында талшықты-оптикалық жүйелерді құруда оларды тәжірибелік қолдану үшін үлкен мүмкіндіктер ашады. Көрсетілген периодты құрылымдардың қасиеттері тәжірибелік түрде зерттелді, олардың параметрлері мен функционалдық мүмкіндіктері анықталды.

Кілттік сөздер: жүйе, құрылымды жазу, датчик, сигнал, чирпирленген көлбеу талшықты Брэг торы

UDC 004.21

[1,3] S.S. Akhmetov, [2]V. Lakhno, [4]G.S. Nabiyeva

([1]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty, Kazakhstan
[2]National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[3]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[4]Sanzhar Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: as_sultan@mail.ru, gulnaz_nc@mail.ru)

METHODS AND MODELS USED IN OPTIMIZATION TASKS FOR PLACING CYBERSECURITY SYSTEMS

Abstract. The article provides a review and analysis of literary sources over the past few years in the field of optimizing the architecture of the circuits of cybersecurity (KB) of distributed computing systems (DCS). The relevance of new research in this direction was confirmed with the aim of developing models and algorithms for the computing core of the decision support system (DSS) in the process of optimizing the placement of information protection tools (SIS) on the DCS nodes. The existing methods for assessing vulnerabilities of information systems (IS) are analyzed. This analysis made it possible to identify the shortcomings of existing methods and formalize the task of developing more effective optimization models for the placement of SPI on the nodes of the DCS. A new approach to the formulation of the optimization problem for the placement of SPI on the DCS nodes is conceptually outlined. The novelty of the proposed approach lies in the fact that the task of optimizing the placement of ISS is treated as a multi-choice task.

Key words: information security, cybersecurity, distributed computing network, optimization, methods, multivisor.

[1,3]С.С. Ахметов, [2] V. Lakhno, [4]Г.С. Набиева

([1]Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, Қазақстан
[2]Украина биоресурстар және табиғатты пайдалану ұлттық университеті, Киев, Украина
[3]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
[4]С. Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы
e-mail: as_sultan@mail.ru, gulnaz_nc@mail.ru)

КИБЕРҚАУІПСІЗДІК ЖҮЙЕЛЕРІН ОРНАЛАСТЫРУ БОЙЫНША ОҢТАЙЛАНДЫРЫЛҒАН ЕСЕПТЕРДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ӘДІСТЕР МЕН МОДЕЛЬДЕР

Аңдатпа. Мақалада таратылған есептеуіш жүйелердің (ТЕЖ) киберқауіпсіздік (киберқауіпсіздік) контурының архитектурасын оңтайландыру саласындағы соңғы бірнеше жылда әдеби дереккөздерге шолу және талдау жасалған. ТЕЖ тораптарында ақпаратты қорғау жүйесін (АҚЖ) орналастыруды оңтайландыру процесінде шешімдер қабылдауды қолдау жүйесінің (ШҚҚЖ) есептеу ядросы үшін модельдер мен алгоритмдерді әзірлеу мақсатында осы бағыттағы жаңа зерттеулердің релеванттылығы расталды. Ақпараттық жүйелердің (АЖ) осалдықтарын бағалаудың қазіргі әдістері талданды. Бұл талдау қолданыстағы әдістердің кемшіліктерін анықтауға және ТЕЖ тораптарында АҚЖ орналастырудың неғұрлым тиімді оңтайландыру модельдерін әзірлеу жөніндегі міндетті формалауға мүмкіндік берді. ТЕЖ тораптарында АҚЖ орналастыру бойынша оңтайландыру міндетін қоюға жаңа тәсіл концептуалды мазмұндалған. Ұсынылған тәсілдің жаңалығы АҚЖ орналастыру нұсқаларын оңтайландыру міндеті мультивабордың міндеті ретінде түсіндіріледі.

Кілттік сөздер: ақпаратты қорғау, киберқауіпсіздік, таратылған есептеу желісі, оңтайландыру, әдістер, көп таңдау.

Кіріспе

Ақпараттық технологиялардың (бұдан әрі – АТ) қарқынды дамуы компаниялардың, кәсіпорындар мен ұйымдардың ақпараттық ресурстарының (бұдан әрі – ақпараттық ресурстар) күрт жинақталуына әкелді [1, 2] (бұдан әрі-ақпараттық қауіпсіздік объектісі қабылданды-ақпараттық қауіпсіздік объектісі). Бұл ресурстар үнемі бәсекелестер, зиянкестер немесе жай хакерлер тарапынан түрлі ақпараттық (кибер) шабуылдарға ұшырайды [3, 4]. Мұндай кибершабуылдардың салдары құпия ақпаратты жария ету немесе тұтас ақпаратты бұрмалау, ақпараттық қауіпсіздік объектісін басшылыққа жалған ақпаратты таңу, пайдаланушылардың сенімді ақпаратқа қол жеткізуін бұзу, сондай-ақ бағдарламалық-техникалық жүйелер жұмысының істен шығуы мен істен шығуы болуы мүмкін [4, 5]. Ақпараттық қауіпсіздіктің жаһандық зерттеулері ақпараттық ресурстарға (бұдан әрі АР) [5, 6] қатысты

қаскүнемдердің іс-қимылдарының саны ақпараттық қауіпсіздік объектісі үнемі өсіп қана қоймай, сонымен қатар уақыт өте келе барлық бизнес үдерістер үшін едәуір ауыр зардаптарға ие екендігін көрсетеді[6]. Мұны түсіне отырып, компания басшылары ақпараттық қауіпсіздік объектісі маңызды ақпараттық ресурстарды қорғау бойынша әртүрлі ұйымдастырушылық және бағдарламалық-техникалық іс-шараларды енгізуге мәжбүр. АР қорғаудың ағымдағы міндеттерін шешу үшін ақпараттық қауіпсіздік объектісіне ақпаратты қорғау жүйелері (бұдан әрі-ақпаратты қорғау құралдары) енгізіледі. Ақпаратты қорғау құралдары жұмысының негізгі мақсаты: 1) қаржылық және материалдық-техникалық құндылықтарды рұқсатсыз пайдалануға; 2) ақпараттың тұтастығын бұрмалауға және электрондық құжат айналымына кедергі жасауға; 3) құпия ақпаратты жария етуге және қызметтік ақпараттың жария етілуіне, сондай-ақ оған рұқсатсыз қол жеткізуге жол бермеуге бағытталған.; 4) компанияның бизнес қызметін қамтамасыз етудің бағдарламалық-техникалық құралдарының жұмысы бұзылған – ақпараттық қауіпсіздік объектісі . Ақпаратты қорғау құралдары ақылға қонымды жеткіліктілік қағидатына сәйкес ақпараттық ресурстардың тұтастығы мен құпиялылығына елеулі әсер ететін қауіптерге ғана қарсы әрекет ету жүзеге асырылатындай жобалануы тиіс. АР қорғау жүйесі сондай-ақ зиянкестердің кибершабуылдарын бейтараптандыруы немесе әлсіреуі немесе олардың пайда болу салдарын азайтуы тиіс. Бұл ретте ықтимал қауіп-қатерлерді іске асырудан компанияның әлеуетті шығындары шекті жол берілетін мәндерден аспауы тиіс. Осы қарама-қайшы міндеттерді орындау үшін техникалық жобалау сатысында ақпараттық ресурстарды қорғау жүйесінің моделі ақпараттық қауіпсіздік объектісі әзірленеді . Бұдан әрі іске асырылуы ақпараттық ресурстарды тиісті деңгейде қорғауға мүмкіндік беретін АҚЖың функционалдық құрылымы компонентінің жиынтығы айқындалады.

Сондықтан ақпараттық ресурстарды қорғау жүйесінің жеткілікті құрылымын негіздеу ақпараттық қауіпсіздік объектісі олардың құны мен құпиялылығына байланысты өзекті ғылыми-практикалық міндет болып табылады. Ал оны шешу оңтайландырудың барлық аспектілерін қарауды және АҚЖың жеткілікті құрылымын белгілеуді талап етеді , оны енгізу құпиялылық, қол жетімділік және кәсіпорынның АР пайдаланудан алынған пайда, сондай-ақ қорғау объектісінің АҚ байланысты іс-шаралар құны арасында ымыралауды қамтамасыз етеді.

1. Әдебиетке шолу

Бүгінгі күні ақпараттық қауіпсіздік менеджменті жүйесін енгізу компаниялардың табыстылығына әсер ететін неғұрлым маңызды құбылыс болып отыр. Ақпараттық жүйені (АЖ) қорғау мәселелерін қараған кезде, ақпараттық ресурстарды қорғаудың белгілі бір құралы сатып алынған және орнатылған, ол танымал болып саналмаған, өйткені ғана жүйені қауіпсіз деп санауға болмайтынын түсіну қажет. Белгілі бір АҚЖ пайдалану қажеттігіне жеке сілтемелер АҚ бойынша қолданыстағы стандарттарда, мысалы, ISO/IEC 27000 стандарттары желісінде бар [9]. Алайда, белгілі стандарттарда қорғаныс жүйелерін құрудың мақсатқа сай нұсқасын таңдауды оңтайландыру бойынша шешімдер (ұсынымдар) берілмейді. Бұдан басқа, таратылған есептеу жүйелерінің (бөлінген есептеу жүйелерінің) немесе корпоративтік желілердің (бұдан әрі-КорС) АҚЖ құрудың кейбір тәсілдері АҚЖ пайдаланудың белгілі бір үлгілері негізінде осы жүйені құруды көздейді . Мұндай жағдайда тізбені анықтау және таңдалған шаралар мен қорғау құралдарының құнын оңтайландыру міндеті қойылмайды. Осылайша, нақты шаралар мен қорғау тәсілдерін таңдауды негіздеудің қатаң әдістемесінің болмауы шешімнің дәлелсіздігіне әкелуі мүмкін. Ал кейбір жағдайларда ақпаратты қорғау құралдары компоненттерінің таңдалған жиынтығының өз функцияларын орындауға қабілетсіздігіне қарамастан. Сондықтан тиімді қорғау құралдарын таңдау бойынша шешім қабылдауға бағытталған іс-әрекеттерді Алгоритмдеу және компьютерлендірумен байланысты мәселелерді шешу өзекті ғылыми-практикалық міндет болып табылады.

Бүгінгі күні АҚЖ құру нұсқаларын негіздеу және оңтайландыру (ұтымды ету) мәселесіне айтарлықтай үлкен көңіл бөлінуде. Сонымен, [10] "таңдау артықшылықтары"өлшемі бойынша қорғаныс құралдарын таңдауды оңтайландыруды жүргізу ұсынылады. Бұл критерий сараптамалық бағалар мен қосымша метриканың жиынтық көрсеткіші ретінде есептеледі. Сондай-ақ, қорғаныс құралдарының әрбір түрі бойынша өлшенген маңыздылық коэффициенттері де ескерілді. Мысалы, бөлек-рұқсат етілмеген кіруден қорғау құралдары, желіаралық экрандар, антивирустық құралдар және т. б. Жұмыста баяндалған тәсілдер Т. Саати иерархиясын талдау әдісі (ИТӘ) және Парето-оңтайлы жиын негізінде АҚЖ құруды көздейді. Мұндай есептеу нәтижелері бойынша қауіпсіздік әкімшісі ақпараттық қауіпсіздік объектісі сараптамалық білімді пайдалана отырып, шешімдерді таңдай алады. Сонымен қатар, ИТӘ жұмыста келтірілген нәтижелердің негізіне алынған [13,14]. Кейбір басқа

жұмыстар, мысалы,[15,16], АҚЖдағы инвестициялардың тиімділігін бағалауды анықтау мәселелеріне баса назар аударылған . Және қорғау нұсқасын таңдау туралы шешім қабылданады. [1, 15, 17, 18] жұмыста ақпаратты қорғау жүйелерін құру есептерін шешу үшін ойын теориясы қолданылуы мүмкін. Осылайша, қарастырылған модельдер АҚЖ орналастыруды оңтайландыру міндеттерін шешу үшін өте маңызды жағдайлар мен шектеулерді тұжырымдауға мүмкіндік береді. Бірақ, зерттелетін саладағы жұмыстар мен жарияланымдарға жүргізілген талдау көрсеткендей, таратылған есептеу жүйелері үшін АҚЖ орналастыруды оңтайландыру процесінде ШҚҚЖ үшін модельдер мен алгоритмдерді әзірлеу міндеті релевантты болып қала береді.

2. ТЕЖ тораптарында АҚЖ орналастыру бойынша оптимизациялық есепті шешу әдістері мен модельдері

Шешімді қолдаудың ақпараттық технологиялары мен компьютерлік жүйелерін қолдану оларды қабылдау уақытын қысқартуға, сондай-ақ киберқауіпсіздік жүйесін қалыптастыру рәсімдерінің субъективті факторын болдырмауға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, шешім қабылдауды қолдау жүйесін қолдану таратылған есептеу жүйелері үшін белгілі осалдықтар мен қатерлерді ескеруге ғана емес, сонымен қатар таратылған есептеу жүйелері үшін жаңа ықтимал қауіпті трендтер мен ландшафт туралы ақпаратты ШҚҚЖ жүйесінің білім базасына салуға мүмкіндік береді.

1-кестеде бөлінген есептеу жүйелерінің тораптары бойынша АҚЖ орналастыруды оңтайландыруға байланысты міндеттерді шешу әдістеріне жүргізілген талдау нәтижелері, сондай-ақ олардың артықшылықтары мен кемшіліктері жинақталған. Мұндай талдаудың деректері АЖ-да АҚЖ, атап айтқанда бөлінген есептеу жүйелерін орналастыруды оңтайландыру бойынша шешімдер қабылдауды қолдаудың интеллектуализацияланған жүйесін әзірлеуге арналған зерттеудің келесі сатысында пайдалы болуы мүмкін. Бұл ретте, АҚЖ үлестірілген есептеу жүйелерінің тораптарында осалдықтарды талдаусыз орналастыру бойынша оптимизациялық міндеттерді шешу нұсқаларын қарастыру мүмкін емес. Бұл жеке түйіндердің осалдығына да, мысалы, серверлер, жұмыс станциялары, коммутаторлар және т.б., сондай-ақ жалпы таратылған есептеу жүйелеріне да қатысты.

Егер тарату есептеуіш жүйелері үшін қатерлер априори белгілі болса (мысалы, алдын ала статистикалық деректер жиналған), онда оптимизациялық есептің қойылымын осылай тұжырымдауға болады. Берілген Вектор үшін киберқауіпсіздік бірнеше немесе бір критерий бойынша АҚЖың оңтайлы (оңтайлы) комбинациясын таңдау.

Кесте 1. **ТЕЖ тораптарында АҚЖ орналастыру бойынша оптимизациялық есепті шешу әдістерінің салыстырмалы талдауы**

Әдістер атауы мен модельдер [дерек көзі]	**Артықшылықтары (+) және кемшіліктері (-)**	
Операцияларды зерттеу [19, 20]	+	1. Қарапайымдылық. Барлық ықтимал баламаларды талдау мен салыстырудың салыстырмалы қарапайым үлгілері. 2. Жақсы алгоритмделген.
	-	Салыстыру үшін Параметрлер санының ұлғаюына қарай әдіс тиімділігін жоғалтады.
Ойын теориясы (ОТ) [15, 17, 35]	+	ОТ математикалық аппаратын қолданудың әмбебаптығы. Алдымен ойын теориясы Экономикалық ғылым шекарасы шегінде дамыды, соның арқасында экономикалық агенттердің түрлі жағдайларындағы мінез-құлықты анықтау және түсіндіру мүмкін болды. Кейінірек ОТ саласы едәуір кеңейіп, көптеген техникалық, әлеуметтік ғылымдар, саясаттану және т.б. ғылымдарды қамти бастады.
	-	1. Күрделі математикалық аппарат. 2. Алынған модельдерді Алгоритмдеу күрделілігі.
Анық емес логика теориясы [21-25]	+	1. адамның анық емес логикасы мен ойлауының жалпы белгілері, сондықтан анық емес логика негізінде басқару әдістерін көбінесе эвристикалық деп санауға болады; 2. есептерді шешудің эвристикалық тәсілдері қатаң математикалық модельдер мен алгоритмдерге емес, "ақылға қонымды"ұғымдарына негізделген.
	-	1. тиістілік функцияларын таңдауда және анық емес енгізу ережелерін құрастыруда субъективтілік бар; 2. әдіс туралы хабардарлықтың болмауы, сондай-ақ әдісті ақ кәсіби аудиторлардың қолдануына елеусіз көңіл бөлу;

		3. арнайы бағдарламалық қамтамасыз етудің, сондай-ақ онымен жұмыс істей білетін мамандардың қажеттілігі.
Т. Саати және Парето-оңтайлы жиын иерархиясын талдау әдісі (ИТӘ) [26, 30-34]	+	1. Әрбір баламалардың пайдалылығын анықтауға болады. 2. Көпкритериалды пайдалылық теориясы интервалды шкалада мәндерді алуға мүмкіндік береді.
	-	1. ШҚТ бастапқыда барлық негізгі параметрлердің нақты сандық өлшеулерін көрсетуі тиіс, бұл өте күрделі. 2. ИТӘ "сынамалар мен қателерді"адам үшін үйреншікті әдіспен зерттеу жүргізуге мүмкіндік бермейді. Бұл әр түрлі берілген параметрлер (мысалы, өлшемдердің салмағы) әр түрлі нәтижелерге әкеледі.
Нейрожелілік [27, 28]	+	1. Оқытудың жылдам алгоритмдерінің болуы. Скоррирленген тәуелсіз айнымалылармен жұмыс істеу мүмкіндігі, әртүрлі ақпарат − үздіксіз мәнді және дискретті мәнді, сандық және сапалы. 2. Оқыту алгоритмдері нейрондық желінің (НЖ) құрылымына және оның нейрондарының қасиеттеріне жеткілікті түрде аз талаптар қояды. Сараптамалық білімі болған жағдайда немесе арнайы талаптар болған жағдайда нейрондар мен НС түрі мен қасиеттерін мақсатты түрде таңдауға болады.
	-	Олар жоғары дәлдікті талап ететін есептер үшін қолданылмайды.
Экономикалық [29-31]	+	АҚЖ талдау кезінде әсер ететін факторлардың салмақтық коэффициенттерін табудың жеткілікті сапалы рәсімін қамтиды.
	-	АҚЖ іріктеудің талданатын экономикалық (қаржылық) критерийлері арнайы зерттеуді талап ететін тиісті алгоритмдермен қосымша рәсімдерді қосуды қажет етеді.
Дельфи әдісі [32]	+	1. Қолданғанда ыңғайлы. 2. Мәселеге қатысы бар барлық адамдардың пікірі ескеріледі. 3. Тәуелсіз ойлауды қалыптастыруға ықпал етеді. 4. Мәселені әр жағынан объективті зерделеуді қамтамасыз етеді.
	-	1. Сауалнаманы ұйымдастырушыларға сараптамалық топқа қарағанда үлкен өкілеттіктер берілген. 2. Сарапшылардың ең аз санымен айтылған креативті шешімдер, бірақ бұл өте тиімді және табысты шешімдер болуы мүмкін. 3. Көптеген сарапшылардың пікіріне ұмтылу.

Мұндай критерийлерге немесе міндеттерге жатқызуға болады:

Барынша азайту: 1) киберқауіпті іске асырудың ықтимал шығыны; 2) бөлінген есептеу жүйелерінің тораптары бойынша қарсы өлшемдерге арналған шығындар; 3) компьютерлік қаскүнемдер (сыртқы немесе ішкі) өзінің барлық мақсаттарына қол жеткізу ықтималдығы; 4) зиянкестердің деструктивті араласуы нәтижесінде бөлінген есептеу жүйелеріндегі ақпараттың жоғалу деңгейі; 5) "құн-" интегралдық көрсеткішінің мәні.»;

Максимизация: 6) ақпаратты қорғау құралдары мен киберқауіпсіздік бұзушылардың барлық мақсаттарын іске асыруға табысты қарсы тұру ықтималдығы; және басқалар.

2-кестеде әр түрлі осалдықтардағы ақпараттық жүйелердің киберқауіпсіздігіне әсерін моделдеудің қазіргі заманғы тәсілдері жүйелендірілген. Әрбір өлшемнің кіріс және шығыс деректері, негізгі операциялар, сондай-ақ олардың артықшылықтары (+) және кемшіліктері (-) бөлінген. Жартылай 2-кестеде бөлінген есептеу жүйелерінің тораптары бойынша АҚЖың құрамын оңтайландыру бойынша шешім қабылдауды қолдау жүйесінде қолданылуы мүмкін әдістерді талдау жалғастырылды.

Осылайша, зерттелетін саладағы жұмыстар мен жарияланымдарға жүргізілген талдау көрсеткендей, таратылған есептеу жүйелері үшін АҚЖ орналастыруды оңтайландыру процесінде ШҚҚЖ үшін модельдер мен алгоритмдерді әзірлеу міндеті релевантты болып қала береді, бұл шешім қабылдау уақытын қысқартуға және таратылған жүйелер үшін өзекті, сондай-ақ жаңа киберқауіпсіздік тізбесін негізге ала отырып, киберқауіпсіздік жүйесін қалыптастыру рәсімін автоматтандыруға мүмкіндік береді.

3. Шешімдер қабылдауды қолдау жүйесінің (ШҚҚЖ) көмегімен есепті шешу кезеңдерінің концептуалды сипаттамасы

Қазіргі уақытта, ақпараттық қауіпсіздік объектісіне кибершабуыл сценарийлерінің саны мен күрделілігінің өсуі жағдайында шешімдер қабылдау кезіндегі қателердің "бағасы" тез өсуде.

Шешімдердің жоғары кәсіби деңгейін қамтамасыз ету үшін шешім қабылдауды қолдау жүйелері қолданылады, олардың нәтижесі шешім қабылдайтын тұлғаларға жұмыс ұсынымдары болып табылады. Мұндай ұсынымдардың сапасы қабылданған шешімнің тиімділігіне тікелей әсер етеді. Оби киберқауіпсіздігін қамтамасыз ету міндеттеріндегі үлгілердің күрделілігін үнемі арттыру факторлар жиынтығының және олардың ШҚҚЖ білім базасында (ББ) өзара байланысының барабар және егжей-тегжейлі көрсетілуін талап етеді. Ақпаратты қорғау құралдары мен бөлінген есептеу жүйелерінің киберқауіпсіздігін оңтайландыру кезінде тиімді АҚ тетіктерін анықтау міндеті басым болып табылады. Осы басымдыққа сүйене отырып, одан әрі зерттеу барысында жоғарыда келтірілген критерийлерге, сондай-ақ шешім қабылдауды қолдау жүйесі үшін неғұрлым қолайлы шешім алгоритміне сүйене отырып, есептеуіш бөлінген жүйелердің тораптары бойынша АҚЖнің оңтайлы құрылымын іздеу міндетін шешу үшін жаңа модельдерді әзірлеу болжанады. Шешімді іздеу келесі кезеңдерді көздейді:

Кесте 2. **Ақпараттық жүйелерге деструктивті әсерді модельдеу әдістерін талдау**

№	Атауы [дерек көзі]	Бастапқы деректер	Шығу мәліметтері	Математикалық аппарат	Артық-шылығы (+)	Кемшіліктер (-)
1.	Шыбын-Талшықтың Моделі [35]	Деректерді статистикалық іріктеу	Ақпаратқа деструктивті әсер ету қатерін есептегіш	Сараптамалық бағалар, графтар теориясы	АҚ-ға әсерді анықтаудың жоғары дәлдігі	Статистикалық деректерге қажеттілік, сарапшылардың құзыретіне тәуелділік
2.	Белла-Лападул моделі және Биба моделі [36]	АЖ көптеген объектілері мен субъектілері, сондай-ақ олардың жай-күйі, оларға сұрау салу	Тұтастықтың бұзылу деңгейі	Жиындар теориясы, булева алгебра	Оңай іске асыру, ақпараттың тұтастығын жақсы бақылау	Тек ақпараттың тұтастығын ғана есепке алу; ақпараттың екі жақты ағындарын құру мүмкіндігі және соның салдарынан сенімді ағындарды құру қажеттілігі.
3.	Хартсон моделі (Хартсонның Бесимерлік кеңістігі) [37]	Жүйенің ресурстары және олардың жай-күйі; пайдаланушылар және олардың өкілеттіктері	Жүйенің қауіпсіздік саласы	Жиындардың жұмысы	Сандық баға алу мүмкіндігі	Ақпараттық ресурстарға шабуыл жасау процесін дерексіз формализациялау
4.	Нейрондық желілер мен Марков тізбектері негізіндегі модель [38]	АКҚ жай-күйінің өту ықтималдығының матрицаларын қосу арқылы нейрондық желілерді оқытуға арналған статистикалық деректер	Вирустарды, спамды және Web - серверлерге шабуылдарды анықтау	Нейрондық желілер теориясы; Марков тізбектерінің теориясы	Ақпаратқа шабуылдарды бейімдеу	Нейрондық желінің динамикалық жұмыс істеуі және оқуы үшін статистикалық деректер жинағына қажеттілік
5.	Петри Марков желілерінің негізіндегі Модель [36]	Жүйенің ақпараттық жай-күйі (3-тен астам талап етіледі)	Ақпаратқа әсер ету қаупін іске асыру мүмкіндігі	Петри желілерінің теориясы және Марков тізбектерінің теориясы	Уақыт параметрлерін ескере отырып сандық бағалау	Практикалық іске асыру үшін есептеулердің күрделілігі
6.	Дифференциалды-ойындық біркритериалды-графикалық модель [20]	АЖ көптеген күйлері	Ақпаратты қорғаудың оңтайлы стратегиясы (АҚ)	Графтар теориясы, Дифференциалдық-ойын модельдеу	АҚ бөлінетін ақпараттық ресурстарды бөлуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді	Шабуылдаушылар тарапынан ақпаратқа әсер етудің жалпы динамикасын көрсетпейді

7.	Дифференциалды-ойын спектралды біркритериалды модельдер [20]	АЖ көптеген күйлері	Оңтайлы стратегия және ойын бағасы (Кепілдік қорғау деңгейі)	Дифференциалды-ойын модельдеу	Есептеу ресурстарына талап етпеу, АЖ жай-күйінің стационарлығын есепке алу мүмкіндігі	Ақпаратқа қадамдық әсер ету процесінің нақты сипаттамасы емес
8.	Тейлоровская және тейроровская емес модельдер [20]	Қорғаныс және шабуылдау әрекеттері ағынының қарқындылығы	Ойынның траекториясы және бағасы	Тейлоровский және тейлоривский емес түрдегі дифференциалдық түрлендірулер	Ақпаратқа шабуыл процесінің нақты сипаттамасы	Жоғары есептеу күрделілігі, ғылыми-техникалық Осы тақырып бойынша зерттеулер
9.	Гибридті дифференциалды-ойын моделі [20]	Сенімділік және қорғалу көрсеткіштері, қауіптер ықтималдығы, уақыт параметрлері	Қорғау ресурстарын оңтайлы бөлу	Дифференциалды ойын модельдеу	АҚЖ-ның сапалық қызмет ету көрсеткішін есепке алу; белгісіздік жағдайында да жоғары дәлдік	Дәлдікке математикалық әдістерді белгілі бір қолданғанда ғана қол жеткізіледі
10.	Үздіксіз дискретті дифференциалды-ойын моделі [20]	Жүйенің соңғы жағдайы	Нақты уақыт режимінде қорғау ресурстарын оңтайлы бөлу	Сандық және аналитикалық моделдеу, дифференциалдық түрлендірулер	Ақпаратты модельдеу ауқымын кеңейту; төмен есептеу күрделілігі	Барлық өлшемдерді ескермейді (көп критериалды үлгілермен салыстырғанда)
11.	Көпкритериалды дифференциалды-ойындық интегралды оңтайлылық негізіндегі модель [20]	Қарсы күресуші тараптардың стратегиялары, уақытша параметрлері	Ойыншылардың оңтайлы стратегиясы, ойын бағасы (Кепілдік қорғау деңгейі)	Дифференциалдық-ойын үлгілеу; шешім қабылдауды қолдау теориясы	Жеке өлшемдердің қақтығысы және шабуылдаушы тараптың ақпараттық ресурстарын рұқсатсыз бөлу жағдайында АҚ мүмкіндігі	Жеке сапа критерийлеріне қойылатын шектеулер
12.	Компромиссердің сызықсыз схемасының негізіндегі көпкритериалды дифференциалды-ойын моделі [20]	Тайталасушы тараптардың ресурстарын бөлу ағынының қарқындылығы, уақытша сипаттамалар	Қарсы күресуші тараптардың оңтайлы стратегиялары	Дифференциалдық түрлендірулер, шешім қабылдауды қолдау теориясы	Іске асырудың қарапайымдылығы, әр түрлі жағдайларға бейімделуі	Жеке сапа критерийлеріне қойылатын шектеулер

1. Нақты бөлінген есептеу жүйелерінің архитектурасын анықтау. Осы кезеңде бөлінген есептеу жүйелерінің тораптарының саны және олардың өзара әрекеттесу механизмдері анықталады;

2. Жалпы бөлінген есептеу жүйелеріне, сондай-ақ жеке торапқа салынатын шектеулерді анықтау (мысалы, АҚЖың максималды құнын жалпы шектеу немесе таратылған есептеу жүйелерінің тораптары бойынша деректерді беру уақыты, жергілікті шектеу, мысалы, сервер процессорын жүктеу);

3. Түйін және жалпы бөлінген есептеу жүйелері үшін киберқауіпсіздік және осалдықтар тізбесін қалыптастыру. Киберқауіптердің түрлі сыныптарын іске асырумен байланысты болуы мүмкін ықтимал залалды есептеу;

4. Ақпаратты қорғау құралдары мен киберқауіпсіздік кластарын анықтау. Осы сыныптардан ақпаратты қорғаудың нақты құралдарын таңдау жүргізіледі . Сыныптар ұқсас функцияларға ие элементтерді біріктіреді. Мысалы, АҚЖың класына мыналар жатады: криптографиялық қорғау, аутентификация және идентификация, антивирустық программа және т. б.

5. Кластағы ақпаратты қорғаудың іріктелген құралдары киберқауіпсіздік ықтималдығын және сатылған кибершабуылдан болатын ықтимал залал мөлшерін төмендететінін анықтаймыз;

6. Сыныптан ақпаратты қорғаудың нақты құралдарын бағалау үшін критерийлерді анықтаймыз. Өлшемдер тек сапалы ғана емес, сонымен қатар контрмердің сандық көрсеткіштерін көрсетуі тиіс;

7. Өлшемдер арасындағы өзара байланысты, сондай-ақ әрбір іріктелген қарсы өлшемнің және оның осалдықтарға, киберқауіпсіздік пен шабуылдарға қарсы іс-қимылда бағалау критерийлерінің маңыздылығын анықтаймыз;

8. ТЕЖ торабында талданатын класстан АҚЖың тиімділігін анықтаймыз;

9. Киберқауіпсіздікті қамтамасыз ету тетіктерінің тізімін анықтаймыз. Әр қорғаныс құралын өз класын сипаттайтын өлшемдер бойынша бағалаймыз;

10. Жүйеде шектеулерді жалпы бағалауды орындаймыз;

11. Өткен кезеңдер негізінде АҚЖ ТЕЖ орналастырудың оңтайлы нұсқасын есептейміз, яғни таратылған есептеуіш желілерде КҚ жүйелерін оңтайлы орналастыру процесінде мультивыбор есебін шешуді жүзеге асырамыз.

Есептің формализациясы. Қарастырамыз m өзара қиылыспайтын класс $N_1,...N_m$ "заттар" (яғни, АҚЖ), олар буып-түйілуі тиіс "рюкзак" (яғни, торап ТБС), сыйымдылығы c (мысалы, құны негізге алына отырып немесе тиімділігін КҚ торабы). Әрбір $j \in N_k$ элементі p_{ij} құны мен интегралдық көрсеткіші бар, мысалы, "құны-тәуекел" w_{ij} . Тапсырма әрбір сыныптың бір ғана элементін таңдау үшін, торап үшін АҚЖ шығын сомасы тиісті кластағы асусыз азайтылатын болады. Немесе керісінше АҚЖ мен КҚ ТЕЖ торабында бұзушылардың барлық мақсаттарын жүзеге асыруға сәтті қарсы тұру ықтималдығын барынша арттыру қажет. Бұл жалпы жүйені қорғау деңгейін арттырады. Егер j элементі N_i класында таңдалса ғана 1 мәнін қабылдайтын x_{kj} екілік айнымалылары қолданылады:

$$\min \sum_{i=1}^{m} \sum_{j \in N_i} p_{ij} x_{kj}; \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j \in N_i} w_{ij} x_{ij} \le c; \tag{2}$$

$$\sum_{j \in N_i} x_{ij} = 1, \quad i = 1,..., m; \tag{3}$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad j \in N_i, \; i = 1,..., m. \tag{4}$$

Қалыптасқан міндет сәндеуге арналған заттарды мультиваборымен мультипликативті "рюкзак" туралы міндет ретінде белгілі. Ол үшін бір ғана шектеуді пайдаланатын көп өлшемді рюкзактар туралы міндет ретінде де, бөлінген есептеу жүйелерінің тораптарында АҚЖ орналастырудың оңтайлы нұсқасын таңдауға болады.

Бұл міндет NP-қиын класына жатқызылған. Яғни, шешу үшін еңбек сыйымдылығы бойынша нақты полиномиальды шектелген Алгоритмдер алдын ала анықталмаған. Мұндай мәселені шешу үшін келесі әдістердің бірін қолдануға болады: толық аралықпен; бұтақтар мен шекаралар; ашкөздік алгоритм, генетикалық немесе модификацияланған генетикалық алгоритм.

Осы әдістер мен алгоритмдердің артықшылықтары (+) және кемшіліктері (-) 3-кестеде келтірілген.

Шешім немесе алгоритм әдісін таңдау процесінде "мультирюкзактар" үшін қолданылмайтын нақты Алгоритмдер арасында таңдау керек, яғни үлкен өлшемдігі және күрделі архитектурасы бар ТЕЖ және жақын, олар үлкен өнімділікті иеленсе де, бірақ оңтайлы шешімді қамтамасыз етпейді.

Кесте 3. **Шешім алгоритмдері мен әдістерін салыстырмалы талдау**

Әдіс	Алгоритм түрі	+	-
Толық аралықтар [20]	нақты	оңай өткізу; нақты шешім	кіріс деректері үлкен емес; уақытша қиындық
Тармақтар әдісі және шекаралары [20, 26]	нақты	уақытты айтарлықтай қысқартуы мүмкін; іске асырудың қарапайымдылығы	толық қоршау ретінде жұмыс істейді
Ашкөздік алгоритм [20, 35]	жуықтап	жоғары жылдамдық; үлкен мәндермен жұмыс істей алады N; оңай іске асыру	нақты емес шешім
Генетикалық алгоритм (ГА) және модификацияланған ГА [28, 26]	жуықтап	жоғары жылдамдық; m және N үлкен мәндерімен жұмыс істей алады; бастапқы түрден Тәуелсіздік деректер	Оңтайлы шешімді табуға кепілдік бермейді
Динамикалық бағдарламалау әдісі [30, 31]	нақты	бастапқы деректер түріне тәуелсіздік; нақты шешім	есептеу жұмысының үлкен көлемі

Соңғы жағдай белгіленген оңтайландыру міндеттерін шешу үшін шешім қабылдауды қолдаудың интеллектуализацияланған жүйесінің есептеуіш ядросы үшін модельдерді әзірлеуді өте маңызды етеді.

4. Талқылау

Осылайша, ұсынылған тәсілдің негізгі көрсеткіші-таратылған есептеу жүйелерінің барынша тиімді киберқорғауын алу, ол өз кезегінде, бөлінген есептеу жүйелерінің тораптық элементтері үшін залал көрсеткіштерінен құралады. Ұсынылып отырған әдістеменің ерекшелігі, онда алғашында бөлінген есептеу жүйелерінің киберқауіпсіздігін жобалауда кешенді тәсіл қаланған. Зерттеу тақырыбы бойынша ұқсас жұмыстардан айырмашылығы, шешім қабылдауды қолдау жүйесін қолдану қорғаныс жүйелерін шешуді оңтайландыру міндетін жүйелі шешуге мүмкіндік береді. Яғни, бөлінген есептеу жүйелері архитектурасының ерекшеліктеріне , ақпараттық қауіпсіздік объектісіне бизнес процестердің ерекшеліктеріне, бөлінген есептеу жүйелерін қорғау деңгейіне Тапсырыс берушінің талаптарына, қолда бар қаржылық ресурстарға және басқа да шектеулерге байланысты. Олардың жоғарыда талданған көптеген жұмыстары көбінесе АҚО киберқауіпсіздік жүйесін құрудың бір аспектісін ғана қарастырады, мысалы, тәуекелдерді бағалау, киберқауіпсіздік ландшафты және т. б. Біз оңтайландыру міндетін шешу процесіне шешім қабылдауды қолдау жүйесін имплементациялау арқылы, киберқауіпсіздік картасын құрастырудан, талданатын желі архитектурасының ерекшелігін есепке алудан және АҚЖың тізімін жинақтаудан бастап , киберқауіпсіздік контурын оңтайландыру бойынша қорытынды ұсынымдардың шешімдерін қабылдауды қолдаудың интеллектуализацияланған жүйесінің көмегімен генерациямен аяқтай отырып, ТЕЖ киберқауіпсіздік контурын жобалаудың барлық кезеңдерін біріктіруді ұсынамыз.

ҚОРЫТЫНДЫ

Математикалық модельдеу мәселелері бойынша әдеби дереккөздерге шолу және талдау жасалды және ТЕЖ (таратылған есептеуіш жүйелердің) қауіпсіздік контурының архитектурасын оңтайландырумен байланысты есептерді шешу. Таратылған есептеу жүйелері үшін АҚЖ орналастыруды оңтайландыру процесінде шешім қабылдауды қолдаудың интеллектуализацияланған жүйесінің есептеу ядросы үшін модельдер, алгоритмдер мен әдістемелерді әзірлеу мақсатында осы бағыттағы жаңа зерттеулердің релеванттылығы расталды.

Ақпараттық жүйелердің осалдықтарын бағалаудың қолданыстағы әдістеріне талдау жүргізілді, ол олардың кемшіліктерін анықтауға және таратылған есептеу жүйелерінің тораптарында ақпаратты қорғау құралдары мен киберқауіпсіздік нұсқаларын оңтайландыру үшін неғұрлым тиімді модельдерді әзірлеу жөніндегі міндетті формалдауға мүмкіндік берді. Ақпараттық жүйелерге әсер етуді

модельдеудің қазіргі заманғы әдістерін талдау ең тиімді тәсілді анықтауға және ТЕЖ киберқауіпсіздік контурының параметрлерін оңтайландыру мақсатында оны пайдалануға мүмкіндік берді.

Таратылған есептеуіш жүйелерге ақпаратты қорғау және киберқауіпсіздік құралдарын орналастыру бойынша оңтайландыру міндетін қоюға жаңа тәсіл берілген. Ұсынылған тәсілдің жаңалығы АҚЖ орналастыру нұсқаларын оңтайландыру міндеті мультивабордың міндеті ретінде түсіндіріледі. Оны шешу үшін мультипликативті "рюкзак"туралы мәселені шешумен ұқсас жүргізу ұсынылды. Рюкзакта орналастырылатын заттар ретінде әр түрлі сыныптардан ақпаратты қорғаудың аппараттық-бағдарламалық құралдары қарастырылады. Түйіндерді толтыру, яғни. "рюкзак" бөлімшелері бір немесе бірнеше критерийлерді қолданудың орындылығына қарай жүреді. Мысалы, мұндай критерийлерге ең аз мыналарды жатқызуға болады: а) компьютерлік зиянкестер (сыртқы немесе ішкі) өзінің барлық мақсаттарына қол жеткізу ықтималдығы; Б) зиянкестердің деструктивті араласуы нәтижесінде таратылған есептеу жүйелеріндегі ақпараттың жоғалу деңгейі; в) "құн-тәуекел"интегралды көрсеткішінің мәні. Сондай-ақ, бөлінген есептеу жүйелері торабының АҚЖың бұзушылардың барлық мақсаттарын іске асыруға табысты қарсы әрекет ететін барынша ықтималдықтың өлшемі т. б.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Kydyralina, L., Akhmetov, B., Lakhno, V., Adranova, A. (2019). Review and analysis of previous researches in the sphere of ensuring the protection of information and educational environment of universities, Bulletin of The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Iss. 4, pp. 154-169. DOI: 10.32014/2019.2518-1467.104.

[2] Arpentieva, M. R.; Kassymova, G. K.; Lavrinenko, S. V.; et al. (2019). Environmental educationin the system of global and additional education, Bulletin of The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Iss. 3, pp. 158-168.

[3] Cherdantseva, Y., Burnap, P., Blyth, A., Eden, P., Jones, K., Soulsby, H., Stoddart, K. (2016). A review of cyber security risk assessment methods for SCADA systems, Computers and Security, 56, pp. 1-27. doi: 10.1016/j.cose.2015.09.009

[4] Khilenko, V.V. (2019). Formation of a New Conception and a Paradigm of Constructing Cybersecurity Systems, Cybernetics and Systems Analysis, Vol. 55, Iss. 3, pp. 354-358.

[5] Cleveland, Frances. Enhancing the reliability and security of the information infrastructure used to manage the power system. In: 2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting. IEEE, 2007. p. 1-8.

[6] XIE, Zhaoxia, et al. An information architecture for future power systems and its reliability analysis. IEEE Transactions on Power Systems, 2002, 17.3: 857-863.

[7] Kondakci, Suleyman. Analysis of information security reliability: A tutorial. Reliability Engineering & System Safety, 2015, 133: 275-299.

[8] Akhmetov, B., Lakhno, V., Akhmetov, B., & Alimseitova, Z. (2018, September). Development of sectoral intellectualized expert systems and decision making support systems in cybersecurity. In Proceedings of the Computational Methods in Systems and Software (pp. 162-171). Springer, Cham.

[9] Fal', A. M. (2010). Standardization in information security management. Cybernetics and Systems Analysis, 46, 512-515.

[10] Jerman-Blažič, B. (2008). An economic modelling approach to information security risk management. International Journal of Information Management, 28(5), 413-422.

[11] Smojver, S. (2011). Selection of information security risk management method using analytic hierarchy process (ahp). In Central European Conference on Information and Intelligent Systems (p. 119). Faculty of Organization and Informatics Varazdin.

[12] Zhurin, S. I. (2015). Comprehensiveness of response to internal cyber-threat and selection of methods to identify the insider. Journal of ICT Research and Applications, 8(3), 251-269.

[13] Trunova, E., & Voitsekhovska, M. (2019). The Model of Information Security Culture Level Estimation of Organization. In Mathematical Modeling and Simulation of Systems: Selected Papers of 14th International Scientific-Practical Conference, MODS, 2019 June 24-26, Chernihiv, Ukraine (Vol. 1019, p. 249). Springer.

[14] Sushko, O. P. (2018). Information security of power enterprises of North-Arctic region. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1015, No. 4, p. 042058). IOP Publishing.

[15] Akhmetov, B.S., Akhmetov, B.B., Lakhno, V.A., Malyukov, V.P. Adaptive model of mutual financial investment procedure control in cybersecurity systems of situational transport centers, (2019) News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 3 (435), pp. 159-172.

[16] Akhmetov, B., Lakhno, V., Akhmetov, B., Myakuhin, Y., Adranova, A., & Kydyralina, L. (2018). Models and Algorithms of Vector Optimization in Selecting Security Measures for Higher Education Institution's Information Learning Environment. In Proceedings of the Computational Methods in Systems and Software (pp. 135-142). Springer, Cham.

[17] Shiva, S., Roy, S., & Dasgupta, D. (2010, April). Game theory for cyber security. In Proceedings of the Sixth Annual Workshop on Cyber Security and Information Intelligence Research (p. 34). ACM.

[18] Fielder, A., Panaousis, E., Malacaria, P., Hankin, C., & Smeraldi, F. (2014, June). Game theory meets information security management. In IFIP International Information Security Conference (pp. 15-29). Springer, Berlin, Heidelberg.

[19] Dlamini, M. T., Eloff, J. H., & Eloff, M. M. (2009). Information security: The moving target. computers & security, 28(3-4), 189-198.

[20] Hryshchuk, R.; Danyk, Yu. Osnovy kibernetychnoi bezpeky. *Monohrafiya /RV Hryshchuk, Yu. H. Danyk*, 2016.

[21] FU, Yu, et al. An approach for information systems security risk assessment on fuzzy set and entropy-weight. *Acta Electronica Sinica*, 2010, 38.7: 1489-1494.

[22] LEE, Ming-Chang. Information security risk analysis methods and research trends: AHP and fuzzy comprehensive method. *International Journal of Computer Science & Information Technology*, 2014, 6.1: 29.

[23] Жуков, В. Г.; Жукова, М. Н.; Коромыслов, Н. А. Применение нечетких искусственных иммунных систем в задаче построения адаптивных самообучающихся средств защиты информации. СибАРский журнал науки и технологий, 2012, 1 (41).

[24] Sallam, H. (2015). Cyber security risk assessment using multi fuzzy inference system. IJEIT, 4(8), 13-19.

[25] Alali, M., Almogren, A., Hassan, M. M., Rassan, I. A., & Bhuiyan, M. Z. A. (2018). Improving risk assessment model of cyber security using fuzzy logic inference system. Computers & Security, 74, 323-339.

[26] Dadelo, S., Turskis, Z., Zavadskas, E. K., & Dadeliene, R. (2012). Multiple criteria assessment of elite security personal on the basis of ARAS and expert methods. Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 46(4), 65-88.

[27] Honghui, N., & Yanling, S. (2010, August). Research on risk assessment model of information security based on particle swarm algorithm-RBF neural network. In 2010 Second Pacific-Asia Conference on Circuits, Communications and System (Vol. 1, pp. 479-482). IEEE.

[28] Shi, Y., Bao, J., Yan, Z., & Jiang, S. (2011, July). Intrusion detection for transportation information security systems based on genetic algorithm-chaos and RBF neural network. In 2011 Third Pacific-Asia Conference on Circuits, Communications and System (PACCS) (pp. 1-3). IEEE.

[29] Abdenov, A. Z., Trushin, V. A., & Abdenova, G. A. (2018). Complex method to calculate objective assessments of information systems protection to improve expert assessments reliability. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 944, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.

[30] Adranova, A., Lakhno, V., Akhmetov, B., Kystaubayeva, A., Mussagulova, G. (2019). Modeling of cyber threats in information networks of distance education systems, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Vol. 97, Iss., pp. 4921-4933.

[31] Tse, D., Pan, X., Zong, Y., Liu, J., & Yang, Q. (2018, December). Assessing Information Security Risk Using Markov Chain. In 2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) (pp. 808-813). IEEE.

[32] Ma, D., Wang, L., Lei, C., Xu, Z., Zhang, H., & Li, M. (2017, April). Quantitative Security Assessment Method based on Entropy for Moving Target Defense. In Proceedings of the 2017 ACM on Asia Conference on Computer and Communications Security (pp. 920-922). ACM.

[33] Mousavi, S. M., Moghadasi, M., & Fazekas, G. (2017, September). Dynamic resource allocation using combinatorial methods in Cloud: A case study. In 2017 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom) (pp. 000073-000078). IEEE.

[34] Simos, D. E., Kampel, L., & Ozcan, M. (2018, June). Combinatorial Methods for Testing Communication Protocols in Smart Cities. In International Conference on Learning and Intelligent Optimization (pp. 437-440). Springer, Cham.

[35] Volokyta, A., Kokhanevych, I., & Ivanov, D. (2012, February). Secure virtualization in cloud computing. In *Proceedings of International Conference on Modern Problem of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science* (pp. 395-395). IEEE.

[36] Verschuren, J., Govaerts, R., & Vandewalle, J. (1992). Simultaneous enforcement of the Bell-LaPadula and the Biba security policy models in an OSI-distributed system. In *[Proceedings] Singapore ICCS/ISITA92* (pp. 257-263). IEEE.

[37] Zhilin, Victor V., et al. Elaboration of the Functioning Algorithm of Three-Dimensional Model of Computer System Safety. In: 2019 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). IEEE, 2019. p. 1-4.

[38] HU, Zhengbing, et al. Determination of structural parameters of multilayer perceptron designed to estimate parameters of technical systems. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 2017, 10.10: 57.

Ахметов С.С., Lakhno V., Набиева Г.С.

Методы и модели, используемые в оптимизационных задачах по размещению систем кибербезопасности

Резюме. В статье выполнен обзор и анализ литературных источников за последние несколько лет в области оптимизации архитектур контуров кибербезопасности (КБ) распределенных вычислительных систем (РВС). Подтверждена релевантность новых исследований в данном направлении с целью разработки моделей и

алгоритмов для вычислительного ядра системы поддержки принятия решений (СППР) в процессе оптимизации размещения средств защиты информации (СЗИ) на узлах РВС. Проанализированы существующие методы оценки уязвимостей информационных систем (ИС). Данный анализ позволил выявить недостатки существующих методов и формализовать задачу по разработке более эффективных оптимизационных моделей размещения СЗИ на узлах РВС. Концептуально изложен новый подход к постановке оптимизационной задачи по размещению СЗИ на узлах РВС. Новизна предложенного подхода заключается в том, что задача по оптимизации вариантов размещения СЗИ трактуется как задача мультивыбора.

Ключевые слова: защита информации, кибербезопасность, распределённая вычислительная сеть, оптимизация, методы, мультивыбор.

УДК 621.577.24

A.Zh. Zhalgasbai, B.A. Unaspekov
(Satbaev University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail:aizh.95@maill.ru

STUDY OF THE ISSUE OF ELECTRICITY GENERATION IN GAS DISTRIBUTION STATIONS USING TURBO-EXPANDER UNITS

Abstract. The article describes devices for producing electricity at gas distribution stations and gas distribution points at the expense of natural gas pressure.

Key words: electrical energy, gas distribution stations, generation, turbo-expander units, pressure drops.

А.Ж.Жалғасбай, Б.А. Унаспеков
(Satbaev University, Алматы, Республика Казахстан)

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСА ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ АГРЕГАТОВ

Аннотация: рассмотрены устройства для выработки электрической энергии в газораспределительных станциях и газораспределительных пунктах, за счет перепада давления природного газа**.**

Ключевые слова: турбодетандерный агрегат, перепад давления, газораспределительные станций, выработка, электрическая энергия.

Введение. Для газоснабжения городов населенных пунктов где имеется различные потребители необходимо установка ГРС или ГРП. Необходимо отметить газораспределительные станций сооружают в конце каждого магистрального газопровода или отвода от него. Они предназначены для: снижение давления газа и поддержания этого давления в заданных пределах; очистки и одоризации газа; регулирования и учета расхода газа, отпускаемого потребителям.

Основная часть. В настоящее время вопросы связаны с получением электрической энергии засчет перепады давления на ГРС и ГРП подробно рассмотрено в Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) [1.5] «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ОГУ) [2,3,4,5]

Рассмотрим особенности работы турбодетандерного агрегата.Следует отметить ее область применения:

– Автономное энергоснабжение;
– Тепловые отходы и энергия избыточного давления на компрессорных станциях
– Энергия избыточного давления попутного нефтяного газа (ПНГ)
– Избыточное давление технологических газов: азот, доменный, коксовый и т. Д
– Энергия тепловых отходов

Турбодетандерный агрегат предназначена для выработки электрической энергии путем преобразования энергии избыточного давления газа. Устанавливается параллельно регулятору давления газа на ГРС, ГРП и ГРУ. Установки размещаются по одной или несколько, последовательно или параллельно друг другу. ТурбоСфера может быть использована для утилизации давления попутного нефтяного и других газов. Мощность установки и другие параметры подбираются в соответствии с характеристиками объекта. В состав оборудование турбодетандерной установки входят

следущее оборудование:

турбогенератор «ТурбоСфера» «3 в 1»

система автоматического управления

система подвода газа

система подвода греющего теплоносителя

система рекуперации электроэнергии

блок-контейнер (в случае необходимости)

Отметим ее преимущества и области применение и технические характеристики: Преимущества:

работает на перепаде давления без сжигания газа за счет встроенного подогрева низкотемпературными потоками

многоступенчатое расширение газа на одном рабочем колесе

высокая надежность и эффективность

стабильное обеспечение электроэнергией

автономность и отсутствие необходимости в постоянном обслуживании.

Наряду с этим отметим технические характеристики:турбодетандерной установки;

Входное давление 0,3-1,2 МПа

Выходное давление 0,03-0,6 МПа

Электрическая мощность 15 кВт

Подогрев газа – встроенный

Рабочее давление 0,3-6,3 Мпа

Выходное давление 0,03-1,2 Мпа

Расход газа 0,4-40 тыс. м³/ч

Количество ступеней расширения 3-8

Число оборотов до 3600 об/мин

Электрическая мощность 5-400 кВт

Турбодетандерной установки является перспективной технологей повышения энергоэффективности в электроэнергетике, которая предназначена также, для выработки электроэнергии за счет использования энергии избыточного перепада давления природного газа, дросселируемого на газораспределительных пунктах (ГРП) и газораспределительных станциях [6.10].

Вариант реализации энергосберегающей турбодетандерной установки мощностью 6 МВт – ЭТДУ - 6000, приведен на рисунке 1.

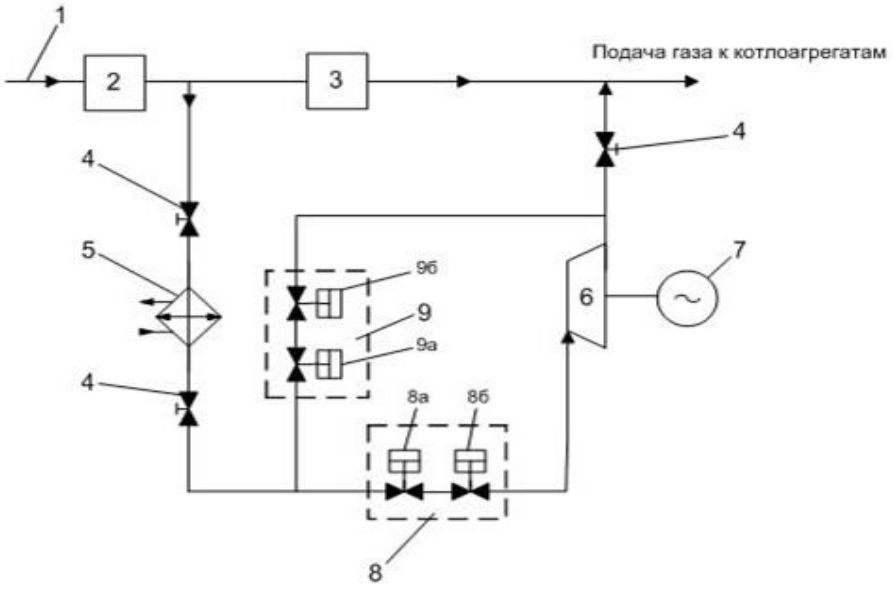


Рис.1. Принципиальная схема создания ЭТДУ-6000 на ГРП тепловой электростанции
1 – подвод газа к ГРП; 2 – узел очистки газа; 3 – ГРП; 4 – электрозадвижка; 5 – газоподогреватель (теплообменный аппарат); 6 – турбодетандер; 7 – электрогенератор; 8 – блок регулирующего клапана, где: 8а – стопорный клапан (СК); 8б – дозирующий клапан (ДК); 9 – блок байпасный: 9а – клапан защиты (КЗ); 9 б – регулятор давления газа (РДГ).

Рассмортим принципы работы ЭТДУ-6000; природный газ с давлением Р1, расходом Q из входного коллектора, поступает в газоподогреватель (теплообменный аппарат). Из газоподогревателя газ поступает через отключающую задвижку, стопорный клапан (СК) и дозирующий клапан (ДК) в турбодетандер, где, расширяясь до давления Р2, приводит в действие генератор и выработанная электроэнергия поступает в электрическую сеть. Газ, после расширения в турбодетандере через отключающую задвижку направляется в выходной коллектор ГРП. Для бесперебойного обеспечения подачи газа потребителю ЭТДУ снабжен байпасной линией, в комплект которой входят клапан защиты (КЗ) и регулятор давления газа (РДГ). В случае аварийной остановки агрегата срабатывает стопорный клапан (СК), который перекрывает подачу газа на ЭТДА. Одновременно с закрытием СК открывается быстродействующий клапан защиты КЗ и газ в обход ЭТДУ поступает в выходной коллектор ГРП. Давление в газопроводе после ЭТДУ в это время обеспечивается работой РДГ. В случае вывода из работы ЭТДУ начинают автоматически открываться редуцирующие клапаны ГРП и закрываться РДГ. После полного закрытия клапанов РДГ и КЗ ГРП установка переходит в дежурный режим работы [7.1]

В ходе эксплуатационных испытаний турбодетандерной установки проведенных в 2007 году ОАО «Белгородоблгаз», были выявлены следующие недостатки:

генерация электроэнергии турбогенератором происходит только при значительном расходе газа, в период положительных температур (от $+10\ ^0$ С);

из-за недостаточного потребления газа потребителями турбогенератор неподвижен;

при производстве аварийных работ в ночное время использование освещения невозможно, так перекрыто отключающие устройства и остановлена работа турбогенератора;

включение турбостанции можно производить только при подключенной нагрузке.

С учетом этих недостатков, ТДУ должна отвечать следующим условиям:

не зависеть от сезонности расхода газа;

обеспечивать электроснабжение потребителей при отсутствии расхода газа;

обеспечивать постоянную электрическую нагрузку при подключении турбогенератора.

Для выполнения этих условий целесообразно применять генерирующую установку гибридного типа.

Установка должна состоять из турбогенератора, подающего клапана с пневмоуправлением, блока управления и вспомогательной аккумуляторной батареи (рисунок 2).

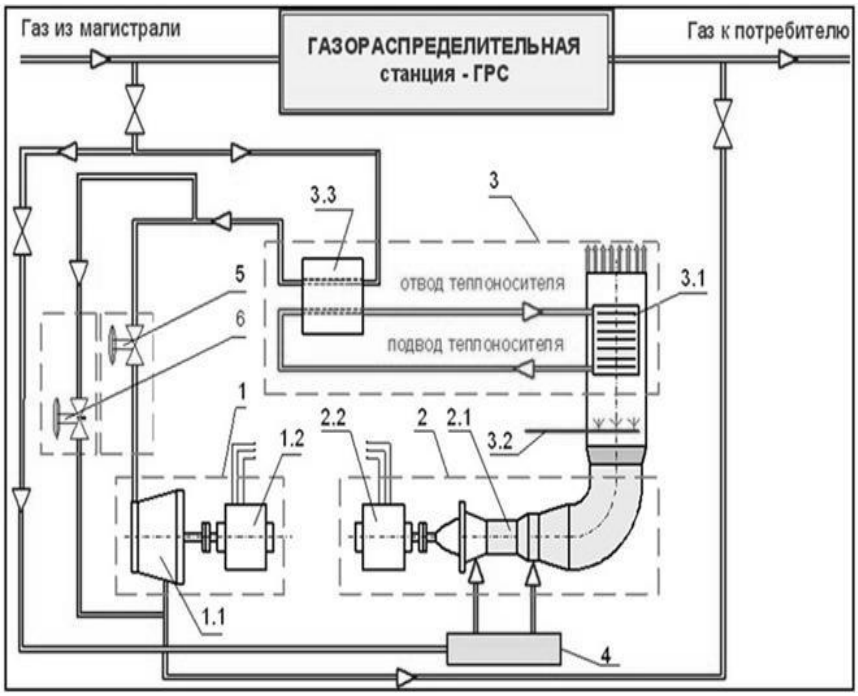


Рис.2. Турбодетандерная электростанция

1 – турбодетандерная установка; 1.1 - турбодетандер; 1.2 - генератор; 2 - газотурбинная электростанция; 2.1 - газотурбинный двигатель; 2.2 - генератор; 3 - теплообменное оборудование; 3.1 - утилизационный теплообменник (котел - утилизатор водогрейный); 3.2 - дожигающее устройство; 3.3 - подогреватель "газ-вода"; 4 – газгольдер; 5 - блок стопорно-дозирующего клапана; 6 - блок байпасно - регулирующего клапана.

При нарушении электропитания потребителя от внешней электрической сети блок управления подает напряжение на двухпозиционный электромагнитный клапан, газ под давлением поступает в полость управления крана с подвижным седлом, он открывается, пропуская газ через турбогенератор. Происходит раскрутка турбогенератора. На время раскрутки электроснабжение блока управления турбогенераторной установки и оборудования потребителя осуществляется от собственной вспомогательной аккумуляторной батареи. Эта же аккумуляторная батарея служит для сглаживания возможных пульсаций напряжения в процессе работы турбодетандерной установки. По истечении установленного времени, необходимого на раскрутку генератора, блок управления подает напряжение на обмотку возбуждения генератора, и генератор начинает вырабатывать электрический ток. Далее электроснабжение оборудования потребителя и подзарядка вспомогательной аккумуляторной батареи происходит от турбогенератора через тот же преобразователь напряжения. [5]

Заключение. Таким образом, при восстановлении внешнего энергоснабжения, как только на входе в блок управления появляется напряжение от внешней электрической сети, напряжение с управляющего двухпозиционного электромагнитного клапана снимается, давление из управляющей полости крана с подвижным седлом стравливается в атмосферу, происходит отсечка подачи газа к турбогенератору, и он останавливается. Турбодетандерная установка переходит в штатный режим работы.

По результатам выполненных работ и эксплуатационных испытаний принято решение о необходимости в дополнительных исследованиях турбодетандерной установки с целью ее доработки.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1.] Левков К. Л. [www.ts energy].

[2.] Комаристый . Городские подземные транспортные сооружения.–М.: Стройиздат, 1975. – 439 с.

[3.] Гуров В.И. Турбодетандеры нового поколения в решении задач энергоснабжения. Журнал «Энергонадзор и энергобезопасность» № 4 2006 г.

[4.] Мальханов О.В. Энергосберегающие турбодетандерные комплексы для ГРС и ГРП. «Надежность и безопасность энергетики». 2008г., № 1.

[5.] Марченко Е.М., Мальханов О.В. Энергосберегающие турбодетандерные агрегаты для производства электроэнергии на ГРС и ГРП. Надежность и безопасность энергетики. 2009г.,

[6.] Fasold H.-G., Wahle H.-N. Gasentspannung in Expansionsmaschinen unter Berueckslchtigung des Realgasverhaltens // Gas-Erdgas gwf (BRD) -136(1995).

[7.] Les economies d'energie dans le transport du gaz par canalisations. Le re-chauftage du gaz. Graille Michel. «Gaz d'aujourdhui». 1987, 111, №3, 113118

[8.]Зарницкий Г.Э. Теоретические основы использования энергии давления газа. М.: Недра, 1968г.

[9]. Kaszor H.-E. Anwendererfahrungen mit der industriellen Turbinenentspan-nungsanlage der Buderus AG Edelstahlwerke // VDI Berichte 1141. Duesseldorf. VDI-Verlag GmBH. -1994. -S.81-99.

[10.] Куличихин В.В., Кудрявый В.В., Чижов В.В., Лазарев Л .Я. Об использовании потенциальной энергии природного газа на тепловых электростанциях. Электрические станции. 1997г., № 2.

Жалғасбай А.Ж., Унаспеков Б.А.

Турботантелы агрегаттардын комегымен газ тарату станциялырда электр энергиясынын ондіру мәселесын талғылау

Түйіндеме: Мақалада құрылғылар өндіру үшін электр энергиясы газ тарату станцияларында және газ тарату пункттерінде есебінен қысымның табиғи газ.

Түйін сөздер: Турбодетандерлы агрегаттар, перепады давления, газ тарату станциялары, өндіріс,электр энергиясы.

УДК 004.032.26

A. Salimkhanova, E. Makashev, A. Sametova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: asemsalimhanova@gmail.com)

PREDICTION OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS BASED ON NEURAL NETWORKS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract. Environmental problems such as floods, steppe fires or air pollution in our country cause huge losses for the economy. Unfortunately, the struggle is not with the cause, but with the consequences of the disaster, many times reduces the quality and efficiency of the work and measures taken. In this regard, we set ourselves the goal of designing a system capable of predicting and tracking in real time the possible environmental problems in our country based on neural systems and artificial intelligence.

Key words: forecasting, training, environmental problems, neural networks, artificial intelligence

А.С. Салимханова, Е.П. Макашев, А. А. Саметова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
e-mail: asemsalimhanova@gmail.com)

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЕКТ ЖӘНЕ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕР НЕГІЗІНДЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРДЫ БОЛЖАУ

Түйіндеме. Қазіргі таңда еліміз үшін жыл сайын орын алып жатқан су тасқыны, дала өрттері немесе ауаның ластануы секілді экологилық апаттар еліміздің экономикасына орасан шығын алып келіп жатқаны баршаға аян жағдай. Өкінішке орай қазіргі таңда экологиялық апаттың себебімен емес, салдарымен арпалысу атқарылып жатқан жұмыстардың сапасын, пайдалы әсер коэффициентін төмендетіп жатқаны да рас. Осыған орай еліміздің өңірлеріндегі болуы мүмкін апаттарды алдын ала болжау, болып жатқан апаттарды шынайы уақыт мерзімінде тиімді бақылауға мүмкіндік беретін жүйе құрасытруды негізгі мақсатымыз ретінде алдық. Ол үшін біз нейрондық желілер негіздегі жасанды интелектті – архитектуралық параметрлері көп қабатты перцептонды ұсынатын, яғни жасырын қабаттар саны және бір қабаттағы нейрондар саны эвристикалық түрде анықталған жүйені қолдануды ұсынамыз.

Кілттік сөздер: болжау, оқыту, экологиялық апаттар, нейрондық желі, жасанды интелект.

Кіріспе

Болашақты алдын-ала болжауды ғалымдар белгілі теориялар мен математикалық модельдерге негізделген ғылыми есеп ретінде қарастыруы, біздің қазіргі қоғамымызда болжаудың түрлі салалары мен қолданбаларда кездесетін көптеген нақты мәселелер, күрделі жүйелер немесе құбылыстарды модельдеу үшін кеңінен қолданылуына алып келді. Сонымен қатар шешімдер қабылдау үшін, әсіресе апаттар мен олардың жағымсыз салдарының алдын-алу үшін әлеуетті нұсқаулық немесе негіз ретінде пайдаланылуы мүмкін. Мысалы, жақында, Австралияда болған табиғи апат, және оның салдары бүкіл әлемді үрейлендірді, әлемдік эко жүйеде қатаң із қалдырды. Егер бұл апат алдын-ала болжанып, нәтижесінде болатын апаттың алдын алу үшін қарапайым шешімдер қабылданса, мыңдаған жануарлардың өмірі сақталып, бүкіл континенттің экологиясына мұндай шығын келмес еді. Бұл жұмыста біз орман, дала өрттерін, дауылдар мен су тасқындарын алдын-ала болжауға мүдделіміз. Жұмыстың негізгі мақсаты – өте күрделі болып көрінетін осы мәселені шешудің жаңа тәсілін енгізу. Бұл тәсіл нейрондық желілерге негізделген жасанды интелектті құрастыруда болып табылады.

Жасанды нейрондық желі (ЖНЖ) - бұл параллельді өңдеу қабілетінің жоғары болуына байланысты адам миының екі маңызды қасиетін модельдеуге тырысатын бағдарламалық модельдеу ретінде оңай жүзеге асырылатын математикалық модель [1]. Бірінші қасиет біздің мысалдардан үйрену қабілетімізге, екіншісі - оқу процесінде алған білімдерімізді жаңа және көрінбейтін мысалдарға жалпылау қабілетімізге қатысты. Іс жүзінде, ЖНЖ дәстүрлі модельдерге балама ретінде белгілі бір уақыт ішінде детерминирленген және дәстүрлі модельдер үшін қол жетімді емес қиын мәселелердің шамамен қабылданған және қанағаттанарлық шешімін табу үшін қолданылады.

Негізінде, ЖНЖ-лер кез-келген күрделі проблемаларға қолданылады, олар мәліметтерге бай, бірақ модельдері нашар, яғни нақты шешімі болуы керек тапсырмалар бар, олар үшін оқу базасы

ретінде қолдануға болатын, бірақ ешқандай дәстүрлі әдіс шеше алмайтын көптеген мысалдар бар. Мұндай проблемалар көбінесе медицина, телекоммуникация, экономика, технология, қоршаған орта және т.б. қоса, түрлі салалар мен қолданбаларда кездеседі.

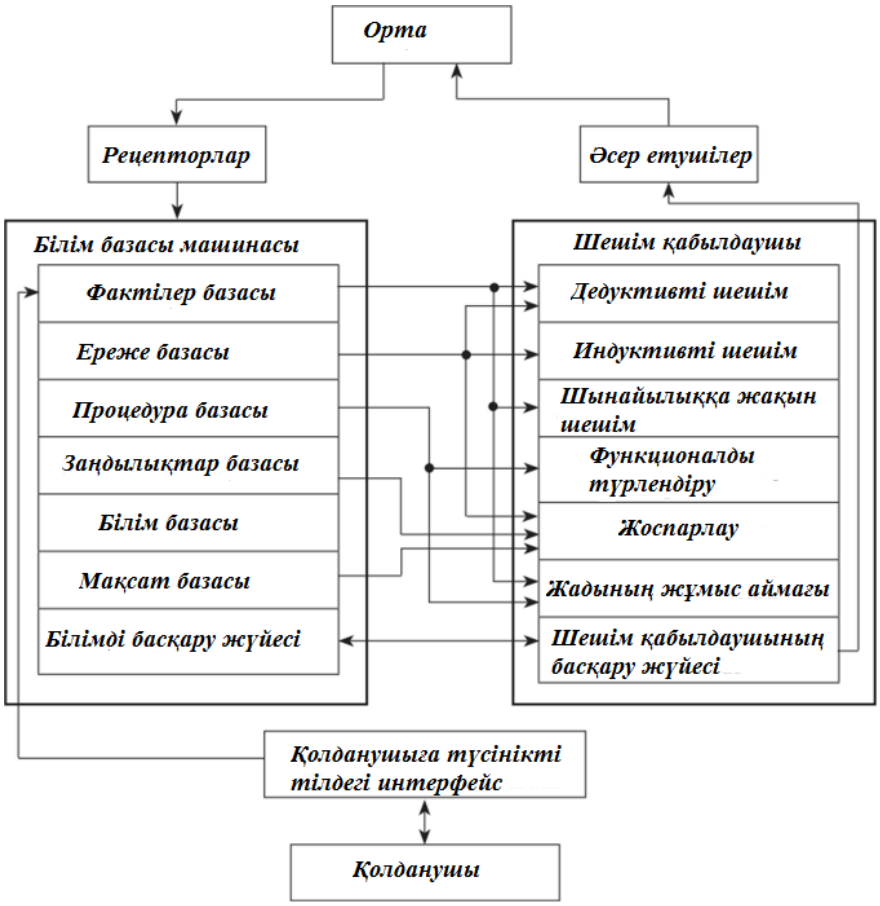
Жасанды интеллект технологияларына қысқаша шолу

мәліметтерді өңдеу, ақпаратты басқару және білімді басқаруды секілді үш негізгі процессті қосады. Ақпарат көлемінің күрт артуы жағдайында жасанды интеллект негізінде біліммен жұмыс істеуге көшу барлық жағдайда ақпараттық қоғамға балама болып табылады. Егерде жүйе келесі негізгі функцияларды орындайтын болса, онда зияткерлік деп аталады:

жүйенің айналасындағы әлем туралы білімді жинақтап, оларды прагматикалық пайдалылық пен жүйелілік тұрғысынан бағалау, жаңа білім алу процестеріне бастамашы болу және жаңа білімнің бұрын сақталған адамдармен байланысын жүзеге асыру;

жүйеде немесе ол бұрын жинаған білімде заңдылықтарды көрсететін логикалық тұжырым көмегімен алған білімдерін толықтыру, жалпылама білім алу (жеке білім негізінде және сіздің іс-әрекетіңізді қисынды жоспарлау);

адаммен табиғи тілге мүмкіндігінше жақын тілде сөйлесу және әлемді қабылдауда адам қолданатын арналардан ақпарат алу, өзі үшін немесе адамның (қолданушының) өтініші бойынша өзінің әрекеті туралы түсінік қалыптастыру, пайдаланушыға көмек көрсету жадта сақталған білім және жүйеге тән логикалық ойлау құралдары». Аталған функцияларды білімді ұсыну және өңдеу, пайымдау және байланыс функциялары деп атауға болады [1]. Шешілетін міндеттер мен белгілі бір жүйеде қолдану саласына байланысты талап етілетін компоненттермен қатар, бұл функцияларды сәулеттің өзіндік ерекшелігін анықтайтын әртүрлі дәрежеде орындауға болады. 1-суретте, жалпы түрде, интеллектуалды жүйенің (ИнЖ) архитектурасы блоктар жиынтығы және олардың арасындағы қатынастар түрінде ұсынылған.



1-сурет. Жасанды жүйенің жалпы құрылымы

Білім базасы – бұл әртүрлі типтегі білімді сақтайтын орталар жиынтығы. Олардың мақсаттарын қысқаша қарастырайық.

1. Фактілер (деректер) базасы нақты деректерді сақтайды, ал ереже базасы – жасанды интеллект теориясында өнімдер деп аталатын қарапайым өрнектер болып табылады.

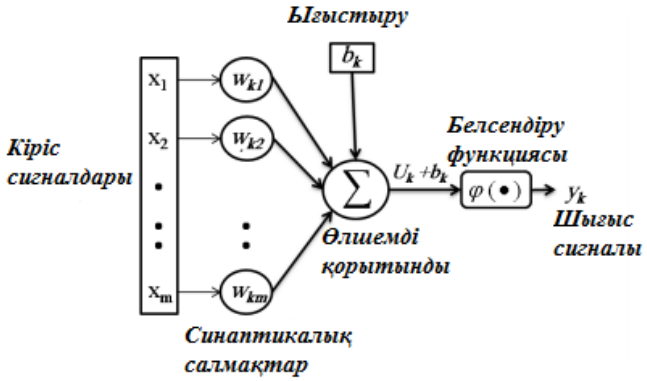
2. Процедуралар базасында барлық қажетті өзгерістер мен есептеулер жүргізілетін қолданбалы бағдарламалар бар. Заңдылықтар базасында қоршаған ортаның ерекшеліктеріне байланысты әр түрлі ақпарат енеді.

3. Мета-білім базасы (өзі туралы білім базасы) жүйенің сипаттамасын және оның қалай жұмыс жасайтындығын қамтиды: әртүрлі типтегі ақпарат бірліктерінің жүйе ішінде қалай көрінетіндігі, жүйенің әртүрлі компоненттерінің өзара әрекеттесуі және проблеманың қалай шешілгендігі туралы ақпарат.

4. Мақсаттар базасында бастапқы фактілерден, ережелерден, процедуралардан пайдаланушыдан жүйеге кірген немесе жүйенің қызметі барысында проблемалық ортада қалыптастырылған мақсатқа жетуге дейінгі қозғалыс процестерін ұйымдастыруға мүмкіндік беретін сценарий деп аталатын мақсатты құрылымдар бар.

Ұсынылған ЖНЖ архитектурасы мен оқыту әдісі

Техникалық тұрғыдан алғанда, практикалық мәселеге нейрондық шешім қабылдау үш негізгі кезеңді қажет етеді. Бірінші қадам – ЖНЖ үшін қолайлы архитектураны, яғни нейрондардың немесе процессор элементтерінің (ПЭ) санын және бүкіл желіні қалыптастыру үшін оларды қосудың қолайлы әдісін таңдау [2]. Екінші қадам – желіні оқытудың қолайлы алгоритмін, яғни екі нейронның физикалық байланысын модельдейтін әрбір синаптикалық салмақтың мүмкін болатын ең жақсы мәнін анықтау әдісін таңдау. Үшінші саты – Х үлгілік мысалдардың жақсы жиынтығын таңдау немесе жинақтау, яғни оқу алгоритмі немесе оқыту алгоритмі үшін бастапқы деректер ретінде қызмет ететін оқу дерекқоры.



2-сурет. Формальді нейронның көрінісі

Оқыту процесі белгілі бір тапсырманы орындауға үйрету үшін желінің синаптикалық салмағын итеративті түрде реттеуден тұрады [3]. Бұл процесті Х-дегі деректер таңбаланған кезде, яғни әр мәліметтердің бастапқы класы априори белгілі болған кезде бақыланады деп айтылады. Мұндай априорлық білім болмаған кезде біз оқу процесі бақыланбайды деп айтамыз. Бірегей нейронның формальды моделі 2-суретте келтірілген.

Математикалық тұрғыдан алғанда, бұл сурет автоматтандырылған тапсырмаға қатысатын әрбір k нейрон, оның дендриттерін білдіретін m өлшенген байланыс арқылы кіріс сигналдарының жиынтығын $\{x_1, x_2, \ldots, x_m\}$ алады. Бұл байланыстың синаптикалық салмағы $\{w_{k1}, w_{k2}, \ldots, w_{km}\}$. Содан кейін нейрон қосындысын есептейді

$$u_k = \sum_{j=1}^{m} u_{kj} x_j \qquad (1)$$

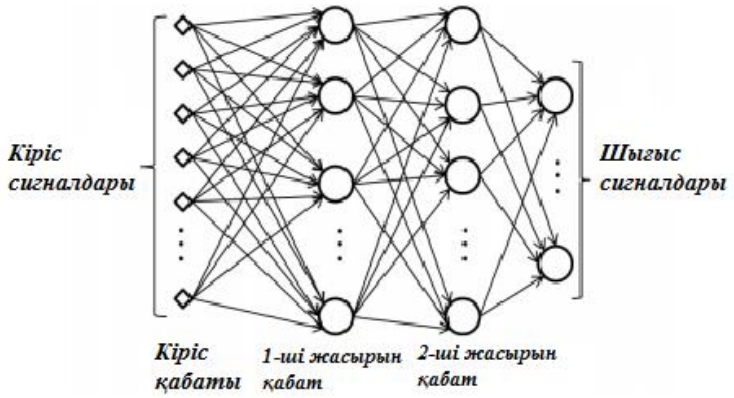
ал егер бұл сома белгілі бір бұрыс мәннен үлкен болса, b_k, нейрон басқа нейрондарды активациялауға тырысады, оларды аксонға форманың шығыс сигналы арқылы жібереді

$$y_k = \phi(u_k + b_k) \qquad (2)$$

мұндағы ϕ - нейронның активтендіру функциясы.

Енді нейрондық желіні қалыптастыру үшін берілген архитектураға сәйкес бірнеше нейронды қосу керек. Мұны жүзеге асырудың бір әдісі - алдымен нейрондардың қабаттарын қалыптастыру,

оларды топтастыру, содан кейін осы қабаттарды 3-суретте көрсетілгендей, әр қабаттың әрбір нейроны көрші қабаттардың әрқайсысына қосылатын етіп орналастыру.



3-сурет. Көп қабатты персептрон архитектурасы

Осы архитектураға сәйкес дамыған ЖНЖ-ні көп қабатты қабылдау персептроны (MLP) деп атайды және келесі сипаттамаларға ие: бір қабаттағы нейрондар бір-бірімен байланыссыз, тек басқа деңгейдегі нейрондармен ғана, сигналдар кіріс деңгейінен шығыс деңгейіне бір бағытта өтеді, сондықтан ЖНЖ-нің бұл класын тікелей байланысқан нейрондық желілер деп те атайды, кіріс қабатындағы нейрондардың саны мәліметтер кеңістігінің өлшеміне тең, яғни мысалдар келтірілгенін ескерсек, әрбір мысалдың құрамдас бөліктерінің саны мен объектілердің m өлшемді векторлары ретінде енгізу қабаты, шығыс қабаты нейрондық саны оқу базасында қазіргі ұқсас объектілер тобына немесе класс санына тең, бірақ жасырын қабаттарының саны мен мөлшері әрбір нақты қолдану үшін тиісінше орнатылуы тиіс.

Біз бұл жұмыста қолданылатын ЖНЖ үшін қабылданған сәулет – көп қабатты персептрон архитектурасы [4]. Арнайы архитектураны таңдау негізінен кіріс және шығыс сипатына байланысты. Енгізілген деректер орман өрттерінің өткен түрлі мысалдарына қатысты 12 атрибут немесе параметрлер жиынтығынан тұрады. Шығу сигналы әр мысалда өртенген орманның жалпы аумағын көрсететін бір саннан тұрады.

Алынған желіні оқыту үшін біз танымал кері тарату алгоритмін (КТ) қолдандық, ол шығыс қабатында байқалған ғаламдық қатені азайтуға бағытталған оңтайландыру процедурасынан тұрады. Бұл алгоритмде бақыланатын оқыту режимі қолданылады, яғни әр кіріске сәйкес келетін нәтиже, априори белгілі болады, бұл сигнал қателерін есептеуге және оларды итерация арқылы азайтуға мүмкіндік береді [5].

Кері тарату алгоритмінің әр итерациясы екі негізгі сатыдан тұрады. Бірінші қадам желінің кіріс қабатында жаттығу мысалын көрсету және шығыс қабатында жауап беру үшін тиісті сигналдарды тарату. Екінші қадам - қателіктің градиентін есептеу және шығару қабатында байқалған ғаламдық қателікке қатысқан барлық нейрондардың синаптикалық салмағын жаңарту үшін оларды артқа тарату. Жаңарту ережесі градиентті түсіру техникасына негізделген.

$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ оқыту деректер қоры болсын, мұндағы n болуы мүмкін мысалдардың жалпы саны, t итерация индексі және x(t) t деңгейінде кіріс қабатына берілген объект векторы. K-ші нейронның шығуында байқалған жергілікті қателік төмендегідей анықталады:

$$\mathrm{e}(t) = d_k(t) - y_k(t) \qquad (3)$$

мұндағы $d_k(t)$ және $y_k(t)$ сәйкесінше k нейронының қажетті және бақыланатын шығысын білдіреді.

Бұл қате нейрон k-мен анықталған жалпы квадраттық қатеге қосылатын үлесті білдіреді:

$$E(t) = \frac{1}{2}\sum_k \big(d_k(t) - y_k(t)\big)^2 \qquad (4)$$

және кері тарату алгоритмі келесі жалған кодқа сәйкес градиентті түсіру техникасын қолдануды азайтуға мүмкіндік береді:

Белгіленген $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ жиынтығын ескере отырып:

1. Синаптикалық салмақтарды кішігірім кездейсоқ шамаларға келтіріңіз (-0,5-тен +0,5-ке дейін);
2. Оқу мәліметтерін кездейсоқ орналастырыңыз;

3. Әр жаттығуда x (n) мысал үшін:

(а) Кіріс сигналдарын тура орналастыру жолымен, барлық нейрондардың шығуын есептеңіз;

(б) Алынған қателіктерді ретро-тарата отырып, дельта ережесін қолдана отырып, әрбір j нейронның салмағын реттеңіз:

$$w_{ji}(n) = w_{ji}(n-1) + \eta\delta_j(n)y_i(n) \quad (5)$$

сонымен бірге

$$\delta_j(n) = y_i(n)\left(1 - y_j(n)\right)e_j(n) \quad (6)$$

егер $j \in$ шығу қабаты немесе

$$\delta_j(n) = y_i(n)\left(1 - y_j(n)\right)\sum_{k \in Next\ layer}\delta_k(n)w_{kj}(n) \quad (7)$$

• $0 < \eta < 1$ (бекітілген оқыту деңгейі).

• $y_i(n)$ (егер ол бар болса, алдыңғы деңгейден, немесе $x(n)$ компонентінің і-ші нейронның шығуы).

4. 2 және 3-қадамдарды $E(n)$ көрсетілген шектен кіші болғанша немесе итерациялардың максималды санына жеткенше қайталаңыз [6].

Қорытынды

Сонымен, Интеллектуалды шешім қабылдауды қолдау жүйесі мен Интеллектуалды басқару жүйесін құрудың негізгі принциптерін атап өтсек:

ашықтық пен динамизм, себебі нақты уақыттағы интеллектуалды жүйелер проблемалық аймақтарды ашуға және динамикалық бағытталған;

семиотикалық, себебі нақты уақыттағы емес Интеллектуалды шешім қабылдауды қолдау жүйесі – бұл семиотикалық типті үлестірілген интеллектуалды жүйе, оның құрамына мәліметтер базасы, білім қоры, шешім шығару (іздеу) модулі, модельдер базасы, ақылды болжау модульдері, проблемалық модельдеу және ұйым модульдері сияқты сараптамалық жүйелерге арналған дәстүрлі модульдер, интерфейсті ұйымдастыру модульдері: бейнелік, мәтіндік, сөйлеу және әртүрлі графиктер мен диаграммалар түрінде және т.б. кіреді;

білім ұсыну моделінің бейімделуі және шешімді іздеу. Басқарылатын объектінің қасиеттерін, басқару мақсаттарын және т.с.с. күтпеген өзгерістер жағдайында білім, жинақтау және толықтыру, жұмыс қабілеттілігін сақтайды.

Үлестірілген және параллель ақпаратты өңдеу. Үлкен көлемді ақпаратқа сапалы талдау жүргізуге және уақыттың қатаңдығы жағдайында қолайлы шешім табуға болады;

Интеллектуалды шешім қабылдауды қолдау жүйесі байланыс құралдарының шешім қабылдаушыларына максималды қолайлылық және когнитивтік графика мен гипермәтіндік технология негізінде ағымдағы ақпаратты көрсету. Бұл шешім қабылдаушыларға белсенді және терең ойлау механизмдерін белсенді пайдалануға мүмкіндік береді.

Осылайша, шешім қабылдауға, жоспарлауға, болжауға және тиімді басқаруға байланысты интеллектуалды қабілеттерді толық жүзеге асыру үшін үлестірілген жасанды интеллект, динамикалық адаптивті білім модельдері, ақпараттарды параллель өңдеудің тұжырымдамаларына негізделген заманауи және перспективалы сараптамалық (анық емес) модельдерге және мүмкін болатын анықтама әдістеріне негізделген шешім іздеу кезінде, интеллектуалды шешім қабылдауды қолдау жүйесі мен Интеллектуалды басқару жүйесі енгізілуі керек. Демек, анық емес нейрондық жүйелер мен гибридтік нейрондық жүйелер теориясы мен тәжірибесіндегі жаңа әзірлемелерді, анық емес модельдер мен көп өлшемді таңдау әдістері мен Интеллектуалды шешім қабылдауды қолдау жүйесі, Интеллектуалды басқару жүйесі, деректерді жинау және болжаудың автоматтандырылған жүйелерін құру кезінде анық емес таңдау жасау өте тиімді болып табылады.

Осылайша, экологиялық апаттарды алдын алу, болжау және бақылауға негізделген сараптау жүйесінің негізгі компоненті – жасанды нейрондық желілерге негізделген, зияткерлік жүйені құрастыруда болып табылады. Эксперттік жүйені оқыту алгоритмін дұрыс құрастыру, және оның дерекқор базасын дұрыс құрастыра білу, өз кезегінде құрастырылып жатқан нейрондық желі мен интелектуалдық жүйенің елемізідегі өзекті мәселерердің орынды

шешілуіне, мүмкін апаттарды алдын ала болжап, қарсы іс-шаралар тізімін дұрыс құрастыруға алып келетіндігі сөзсіз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ясницкнй Л. Н. Введение в искусственный интеллект: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /Леонид Нахимович Ясницкий. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 176 с.

[2] Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики / В.Г. Редько. - Москва: СИНТЕГ, 2017. - 224 с.

[3] Искусственный интеллект и принятие решений, №4, 2011: моногр. ; ИСА РАН - М., 2011. - 124 с.

[4] Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф., Силов В.Б., Тарасов В.Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта /Под ред. Поспелова Д.А. – М.: Наука, 1986. – 312 с.

[5] А.А.Ежов, С.А.Шумский. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. М., МИФИ, 1998.

[6] Буркова, А. Ю. Использование искусственного интеллекта: нужно ли регулирование? / А. Ю. Буркова // Право и экономика. - 2018. - № 9 (367). - С. 5-8.

Салимханова А.С., Макашев Е.П., Саметова А. А.

Прогнозирование экологических проблем на основе нейронных сетей и искусственного интеллекта

Резюме. Экологические проблемы, такие как наводнение, степные пожары или же загрязнение воздуха происходящие в нашей стране несут за собой огромные убытки для экономики. К сожалению, борьба не с причиной, а с последствиями катастрофы многократно уменьшает качество и КПД выполняемых работ и предпринимаемых мер. В связи с этим мы поставили себе цель спроектировать систему способную прогнозировать и отслеживать в режиме реального времени возможные экологические проблемы в нашей стране на основе нейронных систем и искусственного интеллекта.

Ключевые слова: прогнозирование, обучение, экологические проблемы, нейронные сети, искусственный интеллект

УДК 631.311(574)

[1]T.K. Koishiev, [2]A.A. Zhumatova, [1]B. Esmuhan

([1] Kazakh Academy of Transport and Communications named after M.Tynyshpaev,
[2] A. Burkitbaev Institute of Industrial Automation and Digitalization, Satbayev University,
Almaty, Kazakhstan)
E-mail.ru: a.zhumatova@satbayev.university.kz

PERPARATION OF PV-PHOTOVOLTAIC STATION STRUCTURAL ARCHITECTURE, PROVIDING EXTERNAL ILLUMINATION OF KENTAU TRANSFORMER PLANT

Abstract. The article outlines the work of the Kentau Transformer Plant's main building lighting system, the structural architecture of photovoltaic power station providing energy, in Shadow Analyzer software.

In the future, the Shadow Analyzer software architecture is a very useful application software system to design a photovoltaic structure architecture to design PV-Sun technology in the foreground.

Key words: Photovoltaic station, solar installation, climatic factors, Shadow Analyzer

[1] Т.Қ. Қойшиев, [2] А.А. Жұматова, [1] Б. Есмұхан

([1] М.Тынышпаев атындағы Көлік және коммуникациялар академиясы, [2] Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты, Satbayev University, Алматы, Қазақстан)
E-mail.ru: a.zhumatova@satbayev.university.kz

КЕНТАУ ТРАНСФОРМАТОР ЗАУЫТЫНЫҢ СЫРТҚЫ ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН PV-ФОТОЭЛЕКТРЛІК СТАНСАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СӘУЛЕТІН ДАЙЫНДАУ

Андатпа. Мақалада Кентау трансформатор зауытының бас ғимаратының жарықтандыру жүйесін, энергиямен қамтамасыз ететін фотоэлектрлік стансасының құрылымдық сәулетін Shadow Analyzer программалық жүйесінде дайындау жұмысы қарастырылды.

Болашақта оңқтүстік аймақта салынатын PV- күн технологиясын жобалау үшін фотоэлектрлік стансасының құрылымдық сәулетін Shadow Analyzer программалық жүйесінде дайындау өте тйімді қолданбалы программалық жүйе болып табылады.

Негізгі сөздер: Фотоэлектрлік стансасы, күн қондырғысы, климаттық факторлар, Shadow Analyzer

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда жетілдірілген жаңа үлгідегі күн технологиясымен жылу және электр энергиясы өндіретін қондырғыларды кеңінен пайдалануға кедергі болып отырғын кезең, ол қондырғылардың жоғарғы бағасы болып отыр [1,3].

Бірақ бұл салада істеліп жатқан ғылыми зерттеулердің және ғылыми- техникалық жетістіктердің нәтежиесінде күн технологиясының бағасы бірте-бірте төмендеп келе жатқаны байқалады.

Бұл болашақта күн технологиясының негізгі элементтері және оны жинақтайтын құрамалы элементтерінің бағасының түсуі, экономикалық тұрғыда жоғарғы мүмкіндік береді және жоғарғы қуатты күн стансаларын салуға мүмкіндік туады [2,3].

Қазіргі таңда PV- күн технологиясын жобалау үшін әр түрлі программалық негізде қолданбалы программалық жүйелер пайдаланып келеді, ондағы мақсат PV-күн технологиясының физикалық және математикалық үлгілерін жасау, соның негізінде фотоэлектрлік стансаның жұмыс тәртібінің есептік-зерттеу жұмыстарын орындау.

Сонымен қатар жобаланатын стансаның құрылымдық сәулетін тұрғызу оны пайдаланатын аймақтың климаттық факторларын ескере отырып және энергиямен қамтамасыз етілетін ғимараттың архитектуралық жүйесіне бейімдеу негізінде программалық жүйесінде дайындау жұмысы орындау өзекті мәселенің бірі болып табылады.

Сондықтан жұмыста жоғарыда көрсетілген ерекшеліктерді ескере отырып Кентау трансформатор зауытының бас ғимаратының жарықтандыру жүйесін, энергиямен қамтамасыз ететін фотоэлектрлік стансасының құрылымдық сәулетін Shadow Analyzer программалық жүйесінде дайындау жұмысы орындалды себебі көптеген зерттеуші авторлар мұндай жайыттарды ескере бермейді [4,5].

Күн энергетикалық ресурсын энергия үнемдеуші әрбір күн технологиясы үшін жеке-жеке зерттеп, модельдеу қажет себебі PV күн технологиясы күрделі техникалық жүйелердің барлық сипатына ие.

Күн фотоэлектрлік жүйенің (КФЭЖ)-нің қалыпты жұмыс істеуі үшін оның жұмысы барысында туындайтын көптеген әртекті шектеулерді, өзара қарама-қарсы әсерлерді және қарама-қайшы талаптарды тең деңгейде қатаң ескеру қажет.

Мысалы КФЭЖ – PV күн технологиясында сәуле ағынының жоғалатыны анық, оны бір жақты іс-шаралардың көмегімен болдырмау мүмкін емес.

Сондықтан, бағдарламалық құралдарды әзірлеу жолында зерттелетін нысана үшін PV-технологиясының жобасын жасауға қажетті программалық құрал қажет.

Бағдарламалық құралдың мақсаты мен міндеттері мынадай:

- КФЭЖ – PV күн технологиясының беткі қабатын тиімді пайдалануға ықпал ететін заңдылықтарды анықтау, суреттеу, байқау және сандық сипаттамасын жасау;

- PV күн технологиясының оңтайлы, құрылымдық және геометриялық өлшемдерін алу;

-PV күн технологиясының күндізгі, маусымдық және жылдық жұмыс циклі бойынша орташа мәнін және нақты бір уақытқа тиесілі мезеттік мәнін білдіретін шаманың оптикалық-энергетикалық сипаттарын анықтау :

- Зерттелетін нысана ретінде алынған, Қазақстанның оңтүстік өңірінде орналасқан Кентау трансформатор зауытының (КТЗ) Shadow Analyzer программалық жүйесінің көмегі арқылы құрылымдық сәулетін дайындау.

Бұл көрсетілген талаптарды орындауға толық мүмкіндік беретін Shadow Analyzer-күн энергетикасы және сәулет саласындағы мамандар үшін алдыңғы қатарлы параметрлік CAD құралы болып табылады.

Басқа 3D құралдарының көпшілігіне қарағанда, Shadow Analyzer тек объектілерді ғана емес, олар тастайтын көлеңкелерді да көрсетеді.

Shadow Analyzer-кез келген жаңа жобалардың көлеңкелі әсерлерін талдау үшін және тиісті энергия шығынын есептеу үшін қосымша терезелерді көрсетеді.

CAD Shadow Analyzer параметрлік ерекшеліктері көріністерді жасауға, оларды объектілермен толтыруға, нысандардың өлшемін, орналасуын, бағдарын, түстерін және шағылысу қасиеттерін өзгертуге мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, нысандардың бетінде текстураларды қолдануға болады. Барлық осы түрлендіруден кейін, сценаларды сақтауға болады (.sa1) файлдар[2,3].

Shadow Analyzer автономды құралы болып табылады. Ол басқа қолданбаларға немесе басқа пакеттерге байланысты емес.

Жұмыста Shadow Analyzer бағдарламасынның көмегі арқылы зерттелетін нысана ретінде алынған Кентау трансформатор зауытының бас ғимаратының жарықтандыру жүйесін, энергиямен қамтамасыз ететін қуаты 20 кВт-тық фотоэлектрлік стансасының құрылымдық сәулетін дайындау жобасы орындалды.

Shadow Analyzer бағдарламасынның жүйесін іске қоса отырып алғашында, барлық құралдар тақтасын және бос сахнаның 3D терезесіне сахнаның үнсіз мәніндегі аты «Scene1» қажетті мәліметтерді енгіземіз.

Басқа процесстерді іске асырмай тұрып, басқару элементтері мен компонеттері туралы толық мәлімет пен кеңестер алып алған дұрыс болады.

Жалпы барлық басқарушы элементтер үшін сахнаны басқаратын қарапайым логика бар. Сахнада бір нәрсені өзгертуден бұрын, өзгертуіңіз керек болған нәрсені таңдау қажет.

Құралдар тақтасының бірізділігі жұмысыңыздың әдеттегі реттілігін көрсетеді.

Біз жинақталатын ФЭС –тің фото модулі ретінде күн батареясының типін таңдап аламыз.

Күн электр станциясына 275 Вт-тық «ASTANA SOLAR ЖШС шығаратын күн модульдерін қолдану жоспарланып отыр.

ФЭС-тің өлшемі мен мөлшерін орнату үшін Scene құралдар тақтасын пайдаланып оны орнату және пайдалану кезінде ыңғайлы болу үшін біздің қалауымыз бойынша 2 модульді бір рамаға қосу шешілді ;ФЭМ модуль саны 80 дана.

Кентау тансформатор зауытын электр энергиясымен қамтамасыз ететін қуаты 20 кВт PV-фотоэлектрлік стансасының компьтерлік сәулетін құрамыз.

Келесі параметрлермен күн фотоэлектрлік жүйесінің техникалық есептеуін жүргіземіз:

• Күн батареяларының жалпы номиналды қуаты – 22 кВт;
• Аймағы – Кентау қаласы, Түркістан облысы;
• Күн батареялары қатаң оңтүстікке бағытталған;
• Жалпы шығын 16% тең.

Станция 100% стационарлық фотомодульдерден құрайды.

Осылайша, жұмыс жобасының технологиялық бөлігі 80 стационарлық фотомодульдерді орнатуды ұсынады.

Келесі қадам PV-модуль жасау болып табылады. Энергетикалық шығысты есептеу үшін ЖШС «Astana Solar» фотоэлектрлік модулінің сипаттамаларын қарастырдық (көлемі 1649 мм х 992мм х 40мм).

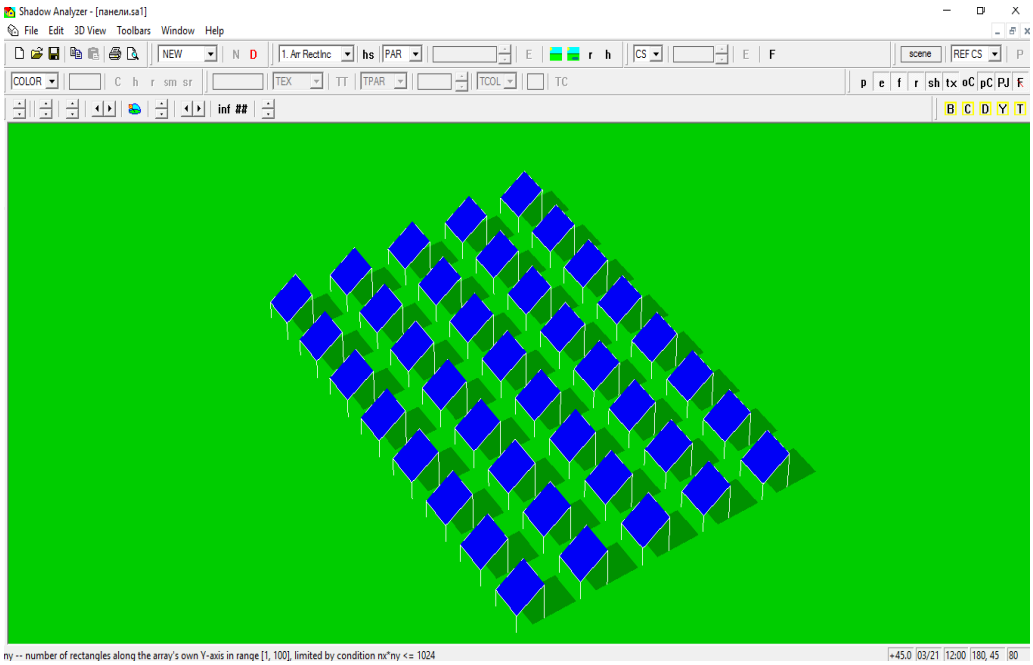
Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «ArrRectInc» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Бұл стационарлық күн коллекторы объектісі. Сахнаны «Ст_күн_панелдер» файліне сақтаңыз.

SCENE тізімді өрісін ашыңыз және «1 – ArrRectInc» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, келесі параметрлерді енгізіңіз:

nx = 8
ny = 5
DX = 2.0
DY = 2.0
gX = 1.50
gY = 2.0
hZ = 1.0
iA = 30 (фотоэлектрлік модульдің көлбеу бұрышы)

Нәтежиесінде сахнада 1-суретте 80 фотомодульден тұратын Shadow Analyzer бағдарламасынның көмегі арқылы, зерттелетін нысана ретінде алынған Кентау трансформатор

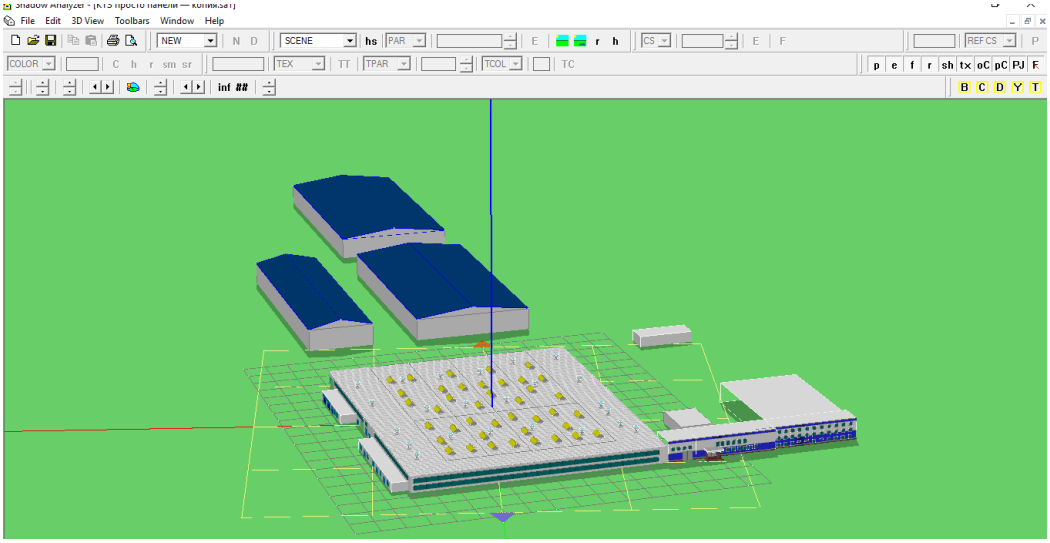
зауытының бас ғимаратының жарықтандыру жүйесін, энергиямен қамтамасыз ететін қуаты 20 кВт-тық фотоэлектрлік стансасының құрылымдық сәулеті алынды.



Сурет 1. Shadow Analyzer бағдарламасында «Arr RectInc» объектісін құру кезіндегі экранның скриншоты.

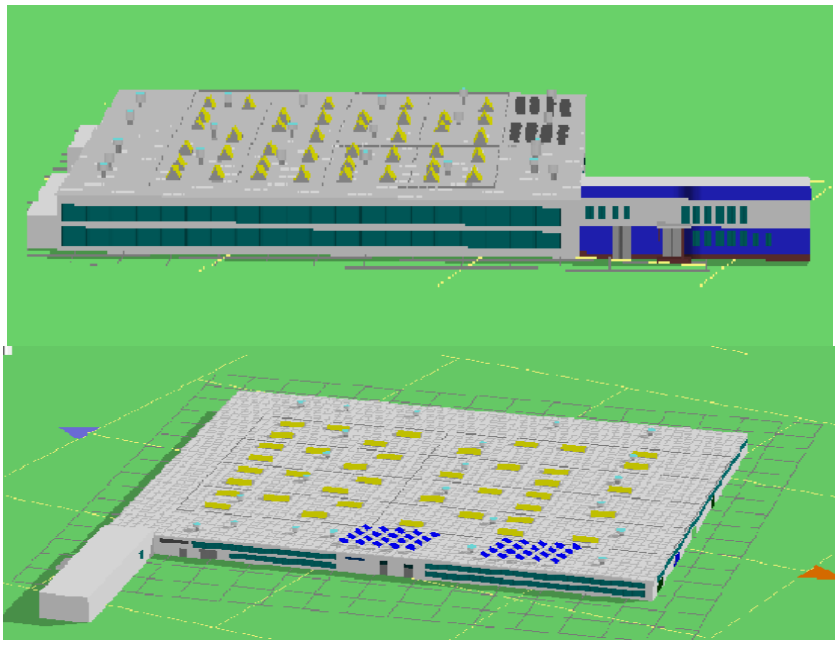
Жоғарыда жасалынған объектілерден пайдалана отырып, Кентау трансформатор зауытының архитектуралық сұлбасын және оның шатырына орналас фотоэлектрлік стансасының сәулетін дайындаймыз.

Қадам қадаммен объектілер жасай отырып, Shadow Analyzer бағдарламасында КТЗ ғимаратын архитектуралық жобасы дайындалды. (Сурет 2).



Сурет 2. Shadow Analyzer бағдарламасында КТЗ ғимаратының жобасы

КТЗ архитектурасын компьютер жадынан «КТЗ панельдері» сахнасына беру үшін «Paste Object» батырмасын басыңыз. Барлық объектілер SCENE тізімді өрісінде пайда болады. Сахнаны аяқтаған соң, құралдар тақтасынан «Сақтау» батырмасын басу арқылы сақтаңыз. Барлығын бір файлға біріктіре отырып, 22 кВт күн электр станциясының жобасын алдық



Сурет 3. Shadow Analyzer программалық жүйесіндегі Кентау трансформатор зауытының архитектуралық сұлбасы және фотоэлектрлік станциясының құрылымдық сәулеті

Қортынды

Shadow Analyzer бағдарламасынның жүйесі бойынша жоғарыда келітірлген суреттерде жасалынған объектілерден пайдалана отырып, Кентау трансформатор зауытының архитектуралық сұлбасын және оның шатырына орналастырлатын фотоэлектрлік стансасының сәулеті дайындалған.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қазақстанда баламалы және жаңартылатын энергетиканы дамыту жөніндегі 2013 – 2020 жылдарға арналған іс-шаралар жоспары Қазақстан Республикасының Үкіметінің 2013 жылғы 25 қаңтардағы № 43 Қаулысы

[2] ГОСТ РФ 51594-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения. – Введ. 01. 01. 2001. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 13 б.

[3] Қойшиев Т.Қ. Жаңғыртылатын энергия көздері // Алматы - 2013.

[4] Хавроничев С.В., Сошинов А.Г., Галущак В.С. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии», Волгоград, 2015, 7 – 20 б.

[5] "Global installierte Photovoltaik-Kraftwerksleistung nähert sich der 100-Gigawatt-Marke". SolarServer. 2 March 2017.

[6] A.A. Zhumatova, DR Umushev, NK Dyussembekova, SA Minazhova Analysis of the possibility of using solar power plants on the basis of the Stirling engine in Kazakhstan / Revista ESPACIOS, Vol. 40 (Number 27) Year 2019. Page 19

[7] Жуматова А.А., Умышев Д.Р., Турсунбаева Г.У. Численное моделирование солнечного коллектора// Труды Сатпаевских чтений «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии. Алматы:2018.- с. 1748-1752.

Қойшиев Т.Қ., Жұматова А.А., Есмұхан Б.

Разработка структурной архитектуры PV- фотоэлектрической станции для обеспечения наружного освещения Кентауского трансформаторного завода

Резюме. Описывается работа системы освещения главного здания Кентауского трансформаторного завода, структурной архитектуры фотоэлектрической электростанции, обеспечивающей энергию, в программном обеспечении Shadow Analyzer.

В будущем программная архитектура Shadow Analyzer станет очень полезной прикладной программной системой для разработки архитектуры фотоэлектрических структур для разработки технологии PV-Sun на переднем плане.

Ключевые слова: Фотоэлектрическая станция, солнечная установка, климатические факторы, Shadow Analyzer.

N.K Smailov., S.Zh. Koshkinbayev, M.Zh. Koshkinbayeva, Zh.B. Adybayev
(Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, University Miras, Shymkent, Republic of Kazakhstan, e-mail: nur_aly.kz@mail.ru, sauke49@mail.ru)

STUDY OF FUNCTIONAL FEATURES OF OPTICAL POWER TRANSFORMERS AND TRANSFORMERS OF CURRENT AND VOLTAGE

Abstract. Serial high-voltage optical measuring current transformers (OTT) and current converters (OPT) appeared on the market several years ago, opening a new era of electricity metering in the energy sector and industry, both for alternating currents and for direct or pulsed currents. This article discusses optical current and voltage transformers, on what principle they work and what strengths and weaknesses optical power transformers have.

In this connection, power engineers will have to comprehend and learn to use in the long term unusual concepts for themselves from the fields of wave and geometric optics, fiber optic technology and optoelectronics, digital signal and data processing.

Keywords: optical power transformers, optical current and voltage transformers, optical receiver, polarizer, polarized light signal.

Н.К. Смайлов, С.Ж. Көшкінбаев., М.Ж.Көшкінбаева, Ж.Б. Адыбаев
(Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан,
университет Мирас, Шымкент, Республика Казахстан,
e-mail: nur_aly.kz@mail.ru, sauke49@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИЧЕСКИХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ, ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Резюме. Серийные высоковольтные оптические измерительные трансформаторы тока (ОТТ) и преобразователи тока (ОПТ) появились на рынке несколько лет назад, открыв новую эру учета электроэнергии в энергетике и промышленности, причем как для переменных, так и для постоянных или импульсных токов. В данной статье рассмотрены оптические трансформаторы тока и напряжения, о том по какому принципу они работают и какими сильными и слабыми сторонами обладают оптические силовые трансформаторы.

Энергетикам в связи с этим предстоит осмыслить и научиться использовать в долговременной перспективе непривычные для себя понятия из области волновой и геометрической оптики, волоконно-оптической техники и оптоэлектроники, цифровой обработки сигналов и данных.

Ключевые слова: оптические силовые трансформаторы, оптические трансформаторы тока и напряжения, оптический приемник, поляризатор, поляризованный световой сигнал.

ВВЕДЕНИЕ

Более ста лет в сферах электроэнергетики и промышленности при высоковольтных измерениях переменных токов используют электромагнитные измерительные трансформаторы тока (ТТ), работа которых основана на явлении и законе электромагнитной индукции, открытом Фарадеем еще в 1831 г. Другое явление, открытое им же в 1845 г., – поворот плоскости поляризации линейно поляризованного света в постоянном магнитном поле [1]. Это явление, названное в честь автора эффектом Фарадея, стало первым доказательством прямой связи оптических и электромагнитных явлений и ждало своего крупномасштабного технического применения более 150 лет.

В СССР первая работа по созданию оптических датчиков тока на основе эффекта Фарадея была проведена в ВЭИ. В. И. Ленин в начале 70-х годов прошлого века. В те же годы в мире появилось первое промышленное оптическое волокно (S), которое пытались использовать не только для дистанционной передачи оптических сигналов, но, в частности, в качестве чувствительного элемента волоконно-оптических датчиков тока (VOD).) используя эффект Фарадея. Однако в то время технология еще не созрела для создания конкурентоспособных промышленных образцов ОТТ.

В Казахстане первые зарубежные сериалы ОТЦ были представлены на выставке «ЛЭП-2006» [2]. Канадская компания Nhtphase Corporation, один из мировых лидеров в серийном производстве ОТТ и ОРТ (а также оптических трансформаторов напряжения), затем представила свой первый высоковольтный ОТТ типа NXCT. Вот что сказал по этому поводу один из авторов обзора: «Я отмечу единственное, что мне понравилось. Это стенд канадской компании, которая представила оптический трансформатор тока для высоких напряжений».

Пускай пока это очень дорогой продукт, но направление крайне интересное. Электромагнитные трансформаторы тока и напряжения – уже устаревшая технология. Пройдет буквально пять лет – и то, что сегодня представили канадцы, будет стоять на половине стендов выставки». Сегодня в Казахстане поставкой зарубежных изделий указанного вида и разработкой собственных занимаются несколько организаций. Одним из лидеров в области собственных разработок является московская фирма «Уникальные Волоконные Приборы» (ООО «УВП»), которая недавно анонсировала промышленный выпуск собственного ОТТ на напряжение 110–220 кВ и ток 100–4000 А [3–5].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время терминология для устройств этого типа еще не установлена окончательно. В литературе встречаются различные названия: «оптический», «магнитооптический», «оптоэлектронный», «волоконно-оптический», «волоконно-оптический», «оптоэлектрический» и другие подобные определения преобразователей данных, преобразователей или датчиков тока. Строго говоря, эти устройства не являются в традиционном смысле трансформаторами тока (масштабными преобразователями), а скорее относятся к типу передающих преобразователей, которые преобразуют крупномасштабный переменный или постоянный ток в соответствующий измерительный сигнал другого типа и / или типа. , Мы кратко назовем все эти устройства ОТТ или ОПТ (различия между ними станут понятны из следующего текста).

ПРЕИМУЩЕСТВА ОТТ/ОПТ

Основные преимущества ОТТ/ОПТ по сравнению с их электромагнитными аналогами заключаются в следующем:

- возможность масштабного преобразования и измерения как переменного (до 100 кА), так и постоянного или импульсного (до 600 кА) тока различных уровней напряжений (до 800 кВ);
- оптико-электронное малоинерционное преобразование световых сигналов с отсутствием явлений гистерезиса, магнитного насыщения и остаточного намагничивания, характерных для электромагнитных аналогов и ограничивающих их динамический диапазон и точность измерений;
- большой динамический диапазон (0,1–200% $I_{1ном}$) и высокая точность (0,1–0,2%) для измерений и защиты токовых цепей, достигаемые за счет использования поляризованных световых сигналов и их цифровой обработки; при этом одно и то же изделие, в отличие от электромагнитных аналогов, может использоваться при 10-кратно различающихся первичных номинальных токах за счет электронной перенастройки коэффициентов трансформации;
- широкая полоса пропускания сигналов (не менее 6 кГц), позволяющая производить полный анализ не только количества, но и качества электроэнергии в части гармоник (до 100 гармоник) и переходных процессов (для защиты);
- возможность интеграции в измерительные и информационные системы с использованием различных интерфейсов – аналоговых, дискретных и цифровых – и исключением влияния вторичной нагрузки на процессы измерения;
- полная эколого-, пожаро-, взрыво- и электробезопасность за счет отсутствия вредных веществ и электропроводящих материалов в ВОДТ, а также за счет использования маломощных световых сигналов, исключающих возможности искрения и возгорания в нештатных ситуациях (например, при обрыве ОВ);
- высокая помехоустойчивость к электромагнитным помехам, позволяющая монтировать изделия в сложной электромагнитной обстановке без ее предварительного анализа и коррекции;
- долговечность, долговременная стабильность и высокая повторяемость метрологических параметров изделий;
- низкая восприимчивость к вибрациям и изменениям температуры;
- малые весогабаритные параметры, упрощающие и облегчающие монтаж, а также позволяющие устанавливать изделия в ограниченном пространстве, в любом положении, с установкой на опору или путем подвешивания к жесткой шине;
- простая и надежная конструкция ПРОДУКТА, высокая надежность и самодиагностика электронных оптических блоков (ЮВ) сводят к минимуму требования к обслуживанию и проверке продуктов.

Все эти преимущества проистекают из использования продуктов в поляризованных световых сигналах малой мощности, распространяющихся в S, помещенных в магнитное поле измеренного тока, бесконтактных полевых воздействий на сигналы данных в виде эффекта Фарадея и цифровой обработки результаты измерений вращения плоскости поляризации.

Рассмотрим более подробно физические принципы явлений, используемых в ОТТ / ОПТ.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

Свет в узком смысле – это видимое излучение, т.е. электромагнитные волны в интервале частот $f = (7{,}5–4{,}0) \cdot 10^{14}$ Гц (или 750–400 ТГц) и длин волн $\lambda = 0{,}4–0{,}76$ мкм, воспринимаемые глазом. Световые волны различных частот идентифицируются человеком как различные цвета – от длинноволнового красного до коротковолнового фиолетового. Под светом в широком смысле понимают оптическое излучение, включающее, кроме видимого, ультрафиолетовое ($\lambda = 0{,}01–0{,}4$ мкм) – УФ и инфракрасное ($\lambda = 0{,}74–2000$ мкм) – ИК-излучения. Электромагнитное излучение одной определенной и строго постоянной частоты называют монохроматическим (одноцветным) [1].

Электромагнитные волны (ЭМВ) представляют собой распространяющиеся в пространстве колебания электромагнитного поля. В ЭМВ объединены изменения электрического и магнитного полей: всякое изменение напряженности E электрического поля в какой-нибудь точке пространства вызывает в смежных точках появление переменного магнитного поля, изменение напряженности H которого в свою очередь порождает меняющееся электрическое поле. Если источником электрического поля в физической среде являются неподвижные электрические заряды, а источником магнитного поля – равномерно движущиеся электрические заряды (постоянный ток), то источник ЭМВ – это неравномерно (ускоренно) движущиеся электрические заряды, в частности, их колебания и любой переменный ток [6].

Общими свойствами любой ЭМВ является поперечность ее колебаний: в изотропных средах векторы напряженности электрического E и магнитного H полей волны перпендикулярны друг к другу и к направлению распространения волны – ее лучу (или вектору скорости распространения волны v).

На рис. 1 приведен график ЭМВ, созданной электрическим вертикально направленным вибратором (штыревой антенной). Колебания векторов E и H изображены происходящими строго в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, пересекающих луч волны, – вертикальной для E и горизонтальной для H. Это связано с вертикальным положением источника излучения - одиночного электрического вибратора, в котором колебания вектора E происходят вдоль оси y. когда вибратор вращается в вертикальной плоскости x0u по часовой стрелке на угол α, плоскости колебаний векторов E и H поворачиваются соответственно (рис. 1, пунктирные векторы). Волна, в которой направления колебаний векторов E и H происходят в строго фиксированных плоскостях, называется линейно или плоско поляризованной волной. В случае аналогичной световой волны мы говорим о линейно поляризованном свете. Плоскость, в которой колеблется вектор E, называется плоскостью поляризации [1] (поскольку почти всегда векторы E и H перпендикулярны друг другу, то для полного описания состояния поляризации, вообще говоря, достаточно знать поведение только одного вектора E). Поляризация характеризует поперечную анизотропию ЭМВ, т. Е. Неэквивалентность различных направлений в плоскости, перпендикулярной волновому пучку. Это свойство лишает волну осевой симметрии относительно ее луча из-за наличия выбранных направлений колебаний векторов e и H.

Обычный источник света, такой как Солнце или любое раскаленное тело, можно рассматривать как систему огромного количества элементарных электрических вибраторов, которые имеют произвольную и постоянно меняющуюся во времени пространственную ориентацию. В световой волне такого источника нет выбранных фиксированных направлений колебаний вектора E: все колебания хаотичны, происходят во всех направлениях, перпендикулярных лучу, и с равной вероятностью распределены вдоль фронта волны относительно его луча. Этот свет называется естественным светом и называется неполяризованным. Полная поляризация монохроматического света характеризуется проекцией траектории конца вектора E в некоторой точке области луча на плоскость, перпендикулярную лучу - фронтальной плоскости (начало вектора E всегда находится на луче на оси z). На этой плоскости проекция конца вектора E в любой момент может быть представлена точкой с координатами Ex и EU, определяющей вершины двух ортогональных векторов Ex и EU, которые можно разложить на любой вектор E: E = Ex + EU (рис. 2A). Гармоническое колебание вектора E имеет вид $E = Emsip(\omega t + \varphi)$, где круговая частота ω, амплитуда Em и начальная фаза φ являются постоянными.

Как известно, при сложении двух гармонических колебаний с одинаковой частотой, но разными амплитудами и фазами образуются гармонические колебания одинаковой частоты. Следовательно, ортогональные векторы этого колебания представлены как Ex = Emxip (ωt + FX) и EU = Emusip (ωt + fu). В реальных световых колебательных процессах, в отличие от гармонических, частота, амплитуда и фаза колебаний могут изменяться постоянно и хаотично. Поскольку монохроматический свет имеет постоянную частоту ω, эти изменения относятся к амплитуде и фазе колебаний (во фронтальной плоскости они отображаются как изменения в модуле E вектора E и его фазы φ, или как соответствующие изменения его ортогональные векторы Ex и EU).

Фронтальная плоскость неполяризованной световой волны может быть представлена в виде равномерно распределенного набора точек, каждая из которых совпадает с проекцией конца вектора Ei или Ej (ij; i, j = 0, 1, 2, .. .) (Рис. 2B). Векторы Ei или Ej определяют одно из возможных положений общего вектора излучения e, проекция конца которого в каждый фиксированный момент времени совпадает с одной из точек i или j, имеющих фазы φi или φj соответственно. Основная особенность эффекта Фарадея заключается в его невзаимности, т.е. в нарушении принципа обратимости светового луча: его движение «назад» дает такой же угол поворота и в ту же сторону, что и движение «вперед». График колебаний векторов напряженности приведен на рисунке 1.

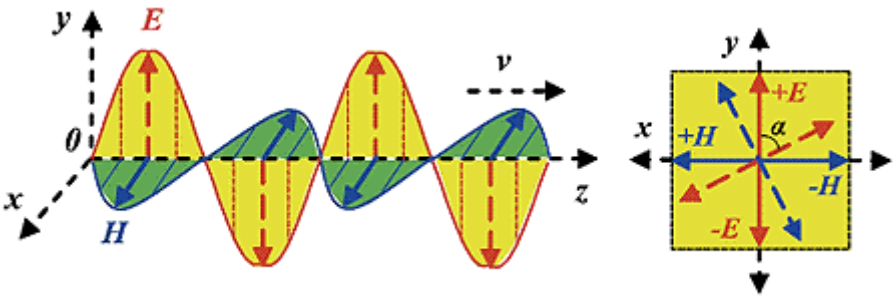


Рис.1. График колебаний векторов напряженности

ЭФФЕКТ ФАРАДЕЯ

Линейно поляризованный свет можно подвергать в физических средах операциям поворота его плоскости поляризации в целях решения тех или иных технических задач. Такой поворот могут вызывать как оптически активные вещества (различные кристаллы, их расплавы и растворы), так и внешние физические поля, воздействующие на среду прохождения света. Возможность воздействия на поляризованный свет в среде при помощи постоянного магнитного поля лежит в основе эффекта Фарадея – вращения плоскости поляризации линейно (циркулярно) поляризованного света, распространяющегося в среде вдоль постоянного магнитного поля, в котором находится эта среда. Основная особенность эффекта Фарадея заключается в его невзаимности, т.е. в нарушении принципа обратимости светового луча: его движение «назад» дает такой же угол поворота и в ту же сторону, что и движение «вперед». Изменение же направления магнитного поля, напротив, изменяет направление вращения плоскости поляризации на противоположное.

Феноменологическое объяснение этого явления дает возникающая в среде под действием магнитного поля циркулярная анизотропия, связанная с неэквивалентностью двух направлений вращения в плоскости, перпендикулярной полю. Как следствие, при распространении в среде вдоль магнитного поля пучка линейно поляризованного монохроматического света фазовые скорости (скорости пространственного перемещения фазы волны) его право- и левоциркулярной поляризованных составляющих различны, за один и тот же интервал времени они проходят в среде различные пути, что и приводит к вращению плоскости поляризации результирующего пучка света. В эффекте Фарадея магнитное поле влияет на поляризацию света лишь косвенно, изменяя оптические характеристики среды прохождения света (в вакууме магнитное поля не оказывает на свет влияния).

Знак угла поворота плоскости поляризации связан с направлением магнитного поля и не зависит от направления распространения луча (по полю или против поля). При многократном прохождении света через среду, помещенную в постоянное магнитное поле, угол поворота плоскости поляризации возрастает в соответствующее число раз. Это свойство используется в конструкции ОТТ/ОПТ для повышения их чувствительности.

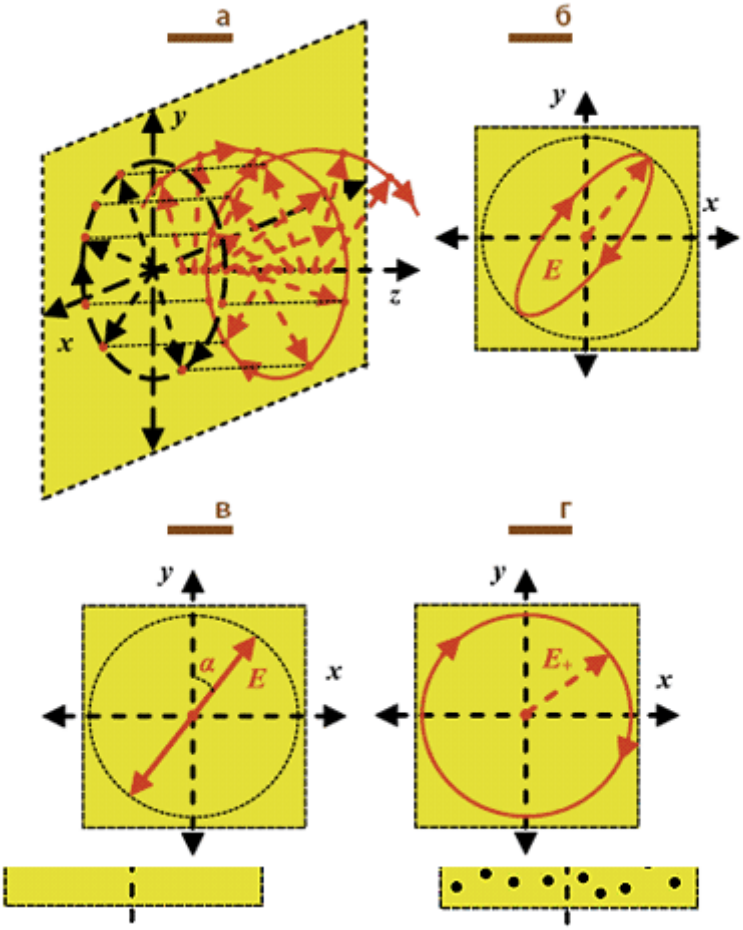


Рис.2. Проекции поляризованного светового луча

Вращение плоскости поляризации монохроматического линейно поляризованного света, распространяющегося в изотропной немагнитной среде вдоль магнитного поля, подчиняется закону Верде [1]:

$$\Theta = V \cdot l \cdot H, \qquad (1)$$

где Θ – угол поворота (угол Фарадея [радиан в СИ; угловая минута в СГСМ]); H – магнитная напряженность поля [А/м в СИ; Э в СГСМ]; l – длина пути светового луча в среде вдоль силовой линии магнитного поля [м в СИ; см в СГСМ]; V – постоянная Верде (удельное магнитное вращение) [рад/А в СИ; мин/Э·см в СГСМ], зависящая от длины волны света (частоты), плотности среды и от ее температуры (слабо).
Для большинства сред V > 0 (правостороннее вращение) и составляет сотые доли угловой минуты ('): V = (0,01–0,02) мин/Э·см.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Палей Э., Аношин О. Электротехнический рынок России. Застой или временная передышка? Итоги выставки «Электрические сети России – 2006» // Новости ЭлектроТехники. 2006. № 6.

[2] Некрашевич Е., Старостин Н. Волоконно-оптические датчики тока // Электронные компоненты. 2006. № 11.

[3] Зырянова С. Единая сеть – единая страна // газета «Новые Контакты». 2007. № 12.

[4] ООО «Уникальные Волоконные Приборы» – www.ufdgroup.ru

[5] Элементарный учебник физики / под ред. акад. Г.С. Ландсберга. Т. 3. М.: Наука, 2010.

[6] Яворский В.М., Пинский А.А. Основы физики. Т. 2. М.: Наука, 2012.

[7] Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О.К. Скляров. - М.: Лань, 2010. - 272 с.

[8] Рассел, Джесси Волоконно-оптическая связь / Джесси Рассел. - М.: Книга по Требованию, 2013. - 104 с.

[9] Родина, О. В. Волоконно-оптические линии связи. Практическое руководство / О.В. Родина. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009. - 404 с.

[10] Семенов, А. Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС / А.Б. Семенов. - М.: ДМК Пресс, Компания АйТи, 2014. - 632 с.

[11] Семенов, А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС / А.Б. Семенов. - М.: Книга по Требованию, 2007. - 632 с.

[12] Сипсер, Р. Архитектура связи в распределенных системах / Р. Сипсер. - М.: Мир, 1981. - 744 с.

Смайлов Н. Қ., Көшкінбаев С. Ж. Адыбаев Ж.Б., Көшкінбаева М.Ж.

Оптикалық күштік трансформаторлар мен ток пен кернеудің оптикалық трансформаторларының функционалдық мүмкіндіктерін зерттеу

Түйіндеме. Сериялық жоғары вольтты оптикалық өлшеуіш ток трансформаторлары (ОТТ) және Ток түрлендіргіштері (ОПТ) нарықта бірнеше жыл бұрын пайда болды, энергетика мен өнеркәсіпте электр энергиясын есепке алудың жаңа дәуірін ашты, сонымен қатар айнымалы және тұрақты немесе импульстік токтар үшін де. Бұл мақалада тоқ пен кернеудің оптикалық трансформаторлары, олардың қандай принцип бойынша жұмыс істейтіні және оптикалық күштік трансформаторлардың қандай күшті және әлсіз жақтары бар екендігі қарастырылды.

Осыған байланысты энергетиктерге ұзақ мерзімді перспективада толқынды және геометриялық оптика, талшықты-оптикалық техника және оптоэлектроника, сигналдар мен деректерді цифрлық өңдеу саласындағы өзіне тән емес ұғымдарды ұғыну және пайдалануды үйрену керек.

Кілттік сөздер: оптикалық күштік трансформаторлар, ток пен кернеудің оптикалық трансформаторлары, оптикалық қабылдағыш, поляризатор, поляризацияланған жарық сигналы.

УДК: 621.311.24
ГРНТИ: 14.85.00

A.A. Zhamalov, A.Y. Zhuman
(Kazakh National Women's Teacher Training University
c.Almaty, Kazakhstan)

THEORETICAL BASIS FOR THE CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE BI-HYDROGENERATOR ADSTRACT

Abstract .The key to the full range of resources can be minimized in a limited period of time. The energy sources are energized by many sources of energy. In this article I looked at the hydrogen generator. Theoretical foundations and methods for calculating and selecting a bi-axial hydrogenerator for micro HPP and configuration of the biometric generator and main dimensions. Selecting the geometric dimensions of single hydrogen generator will start with the definition of basic criteria. Only one of the basic parameters and configurations is that the D1 and L1 will have a unique classic generator with vertical poles in a single hydrogen generator.

Key words: generator, stator, hydrogenerator

А.А. Жамалов, А.И. Жұман
(Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан)

БИРОТОРЛЫ ГИДРОГЕНЕРАТОРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУДІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа .Табиғи ресурстардың қорлары шектеулі белгілі бір уақыт кезеңі ішінде таусылуы мүмкін. Сондықтан жаңартылған энергия көздеріне көп мән берілуде.Мен осы мақаламда гидрогенаторлар жайлы қарастырдым. Микро ГЭС- тің бироторлық гидрогенераторының параметрлерін есептеу және таңдаудың теориялық негіздері мен әдістері мен бироторлық гидрогенераторды және негізгі өлшемдерді конфигурациялау қарастырылды. Біртекті гидрогенератордың геометриялық өлшемдерін таңдау негізгі өлшемдерді анықтаумен басталады. Негізгі параметрлері мен конфигурацияларының бір параметрі тек қана D1 және L1 серіппелі статорлар мен біртұтас гидрогенератордың тік полюстерін есептегенде, классикалық генераторға ұқсас болады деп есептейді.

Түйінді сөздер: *генератор, статор, гидрогенератор*

Микро ГЭС- тің биротрлық гидрогенераторының параметрлерін есептеу және таңдаудың теориялық негіздері мен әдістері.

Биротрлық гидрогенераторды және негізгі өлшемдерді конфигурациялау.

Биротрлық гидрогенератордың негізгі геометриялық өлшемдерін таңдау негізгі өлшемдерді анықтаудан басталады. Негізгі өлшемдер мен конфигурация параметрлерінің статорының ішкі диаметрі D1 және L1 статордың ядросы болып табылады, оның есебін біз классикалық генераторға ұқсас етіп шығарамыз.Екі осьтік гидрогенератордың ерекшелігі, сондай-ақ синхронды генератордың ерекшелігі статор орамасында пайда болатын ЭМӨ айнымалы жиілігі мен синхронды айналу жиілігі f_1 деп аталатын ротордың жылдамдығы n_1 арасындағы қатаң байланыс болып табылады.

$$n_1 = \frac{f_1}{p} \qquad (1.1)$$

Гидрогенератордың габариттік өлшемдерінің салмағына әсер ететін негізгі параметрлердің бірі - полюс жұптарының саны.

1.1-формулада көрсетілгендей, полюс жұптарының саны ротордың жылдамдығымен n_1 тікелей байланысты және гидрогенератордың ротордың жылдамдығының n_1 көбеюі р полю жұптарының санын азайтады.

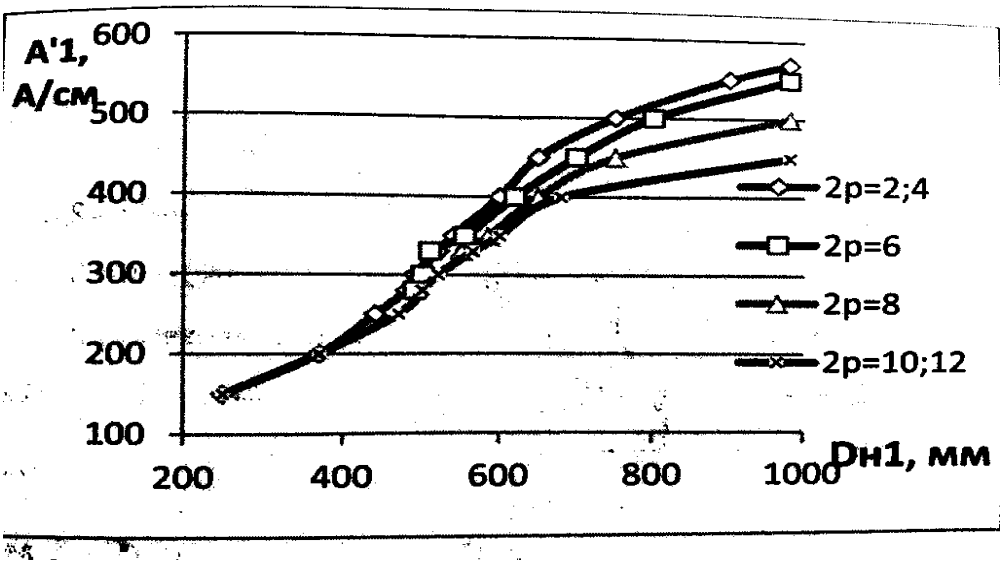
$$p = 60 \cdot \frac{f}{n}; \qquad (1.2)$$

Гидрогенератор роторының айналу жылдамдығын арттыру үшін микроэлектростанциясының кіріс бөлігіндегі гидравликалық ағынның жылдамдығы мен қысымын арттыру қажет, бұл әрқашан мүмкін емес [1].

(1.2) көрініп тұрғандай екі осьтік гидрогенераторды қолданған жағдайда, дәстүрлі гидрогенераторға қарағанда, полюстердің аз саны талап етіледі, өйткені гидрогенератор роторының айналу жиілігі белгілі бір бағытта статорлардың айналу жиілігін кері бағытта алуға болады. Бұл жағдайда ротордың айналуы және гидрогенератордың статорлары жоғарыда көрсетілгендей кері бағытта бір-біріне қатысты. Бұл магнит өрісін кесіп өтетін генератордың электр өрісінің жиілігінің өсуіне әкеледі. Осындай жұмыс принципі биотор генераторының айналу жиілігін екі есеге арттырады.

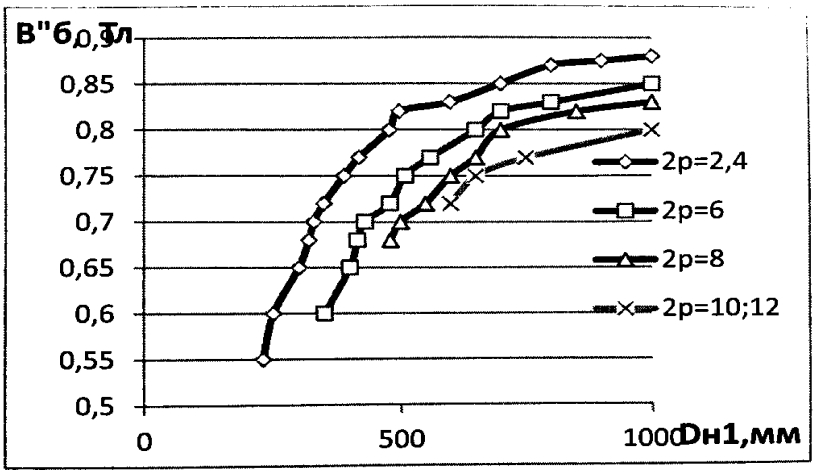
(1.3) сәйкес екі осьтік гидрогенератордың L_1' статорлық ядросының есептелген ұзындығын анықтаған кезде, A_1' сызықтық жүктің алдын-ала маңызы 1.1-суреттен алынып, номиналды жүктемедегі ауа аралықтың B_δ' магниттік индукциясы 1.1-суреттен алынған

$$l_1' = 6{,}1 \cdot 10^7 P' \left(D_1^2 n_1 A_1 B_\delta a' k_\phi k_{обм} \right) \qquad (1.3)$$



1.1-сурет. Орташа мәндер $A_1' = f\left(D_{H1}\right)$

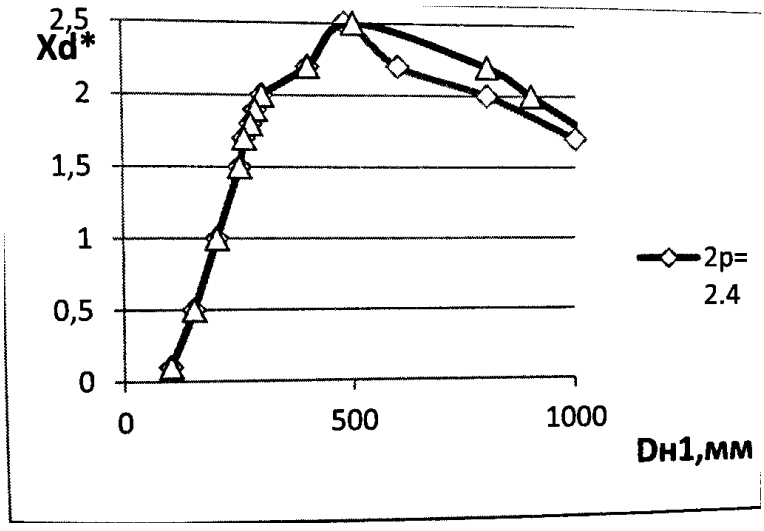
Көп жағдайларда синхронды генератор ретінде құрастырылған электр машиналары жылу кедергісінің F сынып оқшаулауын пайдаланады. 1.1 және 1.2-суретте келтірілген деректер жылу кедергісінің F сынып оқшауланған екі осьтік гидрогенератордың құрылысына сәйкес келеді. $B_\delta = f(D_{H1})$



1.2-сурет. Орташа мәндер $B_\delta = f(D_{H1})$

(1.1-сурет) құрамына кіретін бағалау a' полюсі доғаның коэффициенті, басқалармен қатар, статор мен полюс бөліктері арасындағы δ ауа айырмашылығына байланысты. Бұл айырмашылық, екі осьтік гидрогенератордың техникалық - экономикалық көрсеткіштері мен сипаттамаларын айтарлықтай анықтайды. δ Қуат типті гидрогенератордың бойлық осьтегі x_d синхронды индуктивті қарсылығы $M_{\max}$ максималды сәттен және I_k тұрақты күйдегі қысқа тұйықталу тоғына әсер ететін мәнге байланысты; δ азайып x_d және $M_{\max}$ көбейеді.

Гидро-генератор өнімділігі жоғары жүктемемен жобаланатын болады, одан кейін ол үлкен аралыққа ие болуы керек $x_{d*} < 1{,}0$, сонымен бірге ол материалды қарқынды болады, бұл негізінен полюстері мен бүкіл екі осьтік гидрогенератордың өріс орнын айтарлықтай өсуіне байланысты болады. x_{d*} болжалды шамасы 1.3-суретте анықталуы мүмкін [2].



1.3-сурет. Орташа мәндер $x_{d*} = f(D_{H1})$

Екі осьтік гидрогенератор жұмысының принципі синхронды машиналардың жұмыс принципі бойынша әзірленді және ротор реакциясының әсерін төмендету үшін екі осьтік гидрогенератордың польюстік ұшымен және статордың арасындағы айырмашылық асинхрондыға қарағанда әлдеқайда

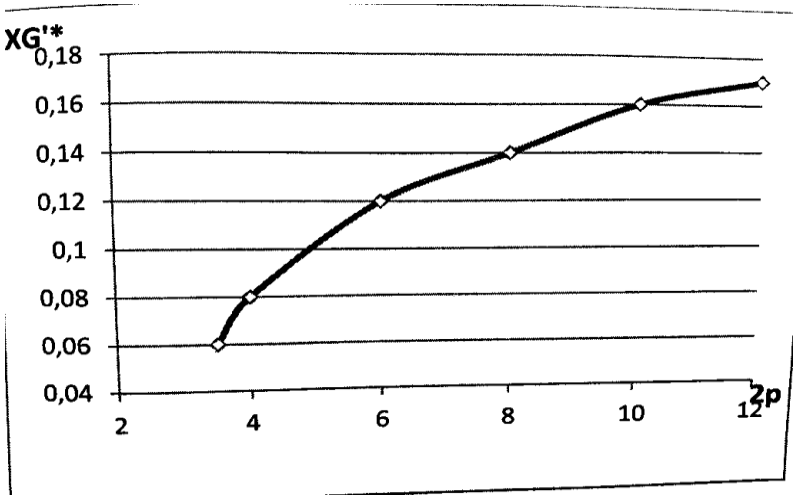
$$\delta = 36 \cdot 10^{-6} \tau A_1' / \left(x_{ad} * B_{\delta 0}' k' \right)$$

көп. Ауа қашықтығы (мм):

Мұндағы τ - статордың ядролық полярлық бөлімі, мм; x_{ad} - бойлық ось бойымен екі осьтік гидрогенератордың ауа ағынындағы реакцияның индуктивті кедергісі; $B_{\delta 0}'$ - х.х кезінде қайыңдарлы гидрогенератордың ауа ағынындағы магниттік индукцияның алдын-ала максималды мәні номиналды кернеу, Тл; k' - полюстың түйіспесінде және ротордың немесе полюстің ұшы мен полюстың түйісуінің болуы туралы коэффициент. Статор ядросының полярлық бөлігін анықтауға болады.

$$\tau = \left(\pi D_1 \right) / \left(2p \right) \qquad (2.5)$$

Статор орамасының индуктивті диссипациялау кедергісі анықтамалық тәуелділік қисық сызығымен анықталады (1.4-сурет) [3].

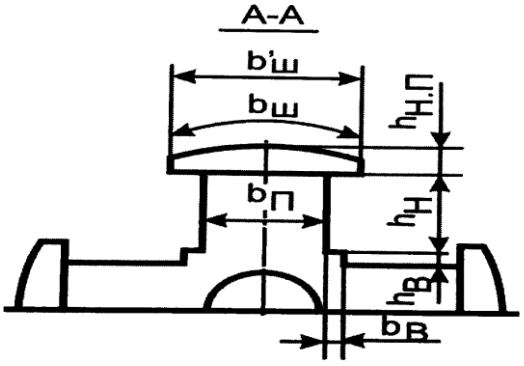


1.4-сурет. Тәуелділік $x_{\delta *}' = f\left(2p\right)$

Қуат факторын жүктеңіз

$$k_H = \sqrt{\cos^2 \varphi + \left(\sin \varphi + x_{\delta *}' \right)} \qquad (1.6)$$

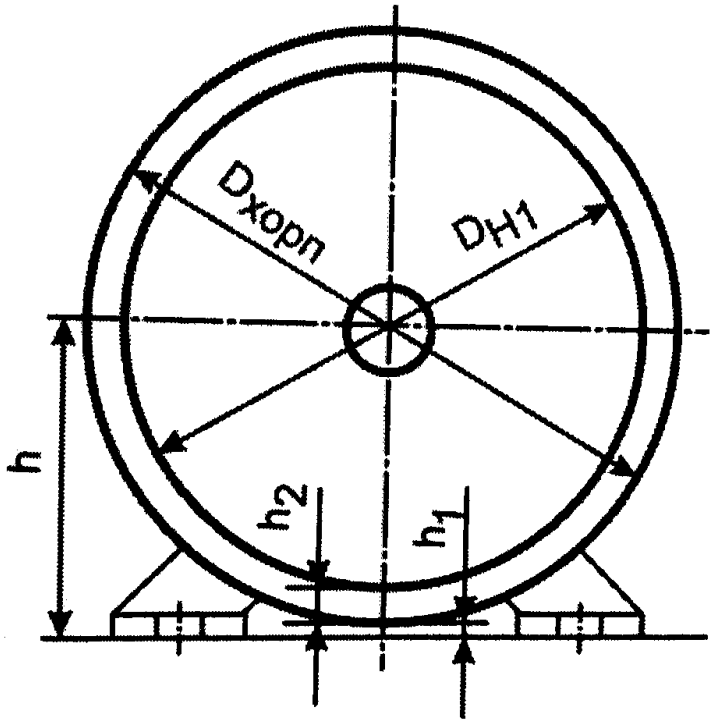
Қозғалыс алаңын қалыптастыру үшін полюсте ұшымен және синусоидальналық толқындарға жақын статордың ядросы арасында полюстік кеңестерге белгілі бір пішінді қосамыз. Екі осьтік гидрогенератордың полюстік ұшы үшін біз 0.7-2.0 мм біркелкі ауаның аралықтары бар тарақ конструкциясын аламыз (1.5 сурет)



1.5-сурет. Полюстердің тарақты дизайнымен Ротор БГ

Бүгінгі таңда электр машиналарын жобалау тәжірибесінде генераторлардың h айнымалы осінің биіктігі P_2 және айналу жиілігі n-де максималды түрде төмендеу үрдісі байқалады. Мұның басты себебі - басқа механизмдермен және құрылғылармен байланысқан кезде тұтынушылардың ыңғайлылығы. Алайда ВГ төмендеуі осінің биіктігінің төмендеуі ротордың және статордың механикалық инерциясын азайтады, демек BG динамикалық қасиеттерін арттырады [4].

P2 және n мәндеріндегі h мәндерінің азаюы гидрогенератордың ұзақтығын арттырады және λ ротациялық осінің h стандартты биіктігімен таңдалған ұтымды шегінен асып кете алатынын ескере отырып, биротрлық осьтік генератор ең үлкен рұқсат етілген сыртқы диаметрі $D_{корп.}$ арқылы жобалануы керек, бұл ең төмен рұқсат етілген қашықтықты h_1 төменнен Құрылғының корпусы аяқтың тірек жазықтықына дейін (1.6-сурет)



1.6 –сурет. $D_{корп}$ және D_{H1} Латинирленген статорлық ядросы бар айнымалы және тұрақты ток машиналарын анықтауға.

Демек, ВГ корпусының ең жоғарғы рұқсат етілген сыртқы диаметрі келесідей есептелуі мүмкін (мм)

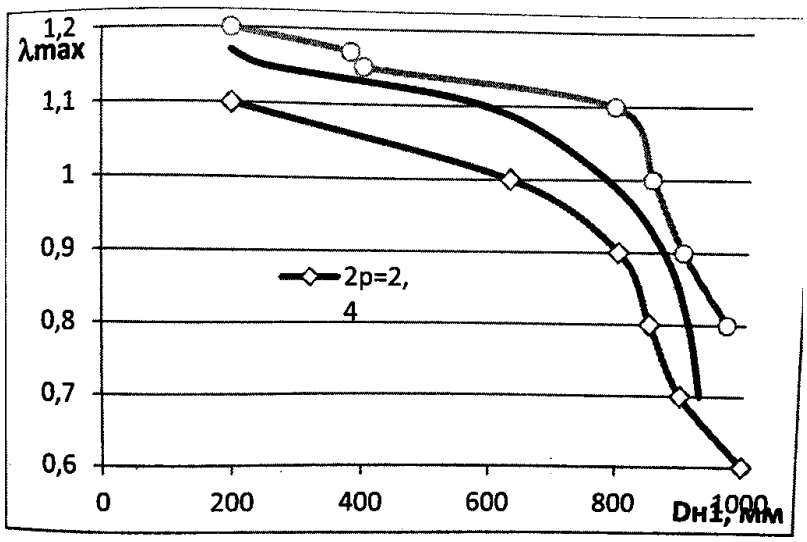
$$D_{корп} = 2(h - h_1) \qquad (1.7)$$

Осыдан шығатыны, ось айналу h биіктігінің белгілі мәндері бойынша анықтамалық әдебиеттегі статордың негізгі диаметрінің ең жоғарғы рұқсат етілетін мәнін таңдауға болады.

Содан кейін $D_{H1} \le D_{H1\max}$ біртұтас гидрогенератордың сызықтық кернеуі $U_л \le 660,$ D_1 статорының ішкі диаметрі төмендегі формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$D_1 = 6 + 0.69D_{H1} \qquad (1.8)$$

Негізгі өлшемдерді анықтау кезінде $l_1/D_1 = \lambda$ негізгі статордың ішкі диаметріне λ құрылымдық ұзындығы 1.7-суретте көрсетілген $\lambda_{\max}$ рұқсат етілген мәннен аспайтындығын есепке ала отырып, қатынау керек [5].



1.7-сурет. Ең үлкен мәндер $\lambda_{\max} = f(D_{H1})$

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Zhamalov A. Zh., Obozov A. Dzh., Kynelbayev M.M., Isaev R., Akparaliev R Researches of influence of hydrodynamic parametres on target capacity of microhydroelelectric power station. Since and World. International Scientific Jornal, №1 (1),2013, p.83-89.

[2] Zhamalov A. Zh., Obozov A. Dzh., Kynelbayev M.M., Isaev R., Akparaliev R.Выбор генератора для микрогэс.

[3] А.Н. Гончаров. Гидроэнергетическое оборудование ГЭС и его монтаж. Москва «Энергия» 1972г. стр.311.

[4] Жамалов А., Кунелбаев М. Разработка синтеза структорной схемы нового типа микроГЭС с биротрным гидрогенератором. // Международная научно-практическая конференция «Зеленная экономика – будущее человечества ». – Усть – Каменогорск, 24-25.05.2014 – С.427-439.

[5] Обозов А.Дж., Жамалов А., Исаев., Р.Э. Масштабный эффект гидродинамических параметров микроГЭС. // Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летю Казахского государственного женского педагогического университета «Качественное образование, передовая наука, зеленая экономика – будущее планеты». –Алматы, 16 апреля 2014. – С.170-173.

Жамалов А.А., Жуман А.И.

Теоретические основы и методы расчета и выбора параметров биротрного гидрогенератора

Резюме. Запасы природных ресурсов могут быть исчерпаны в течение ограниченного периода времени. Вот почему возобновляемым источникам энергии уделяют много внимания. Рассмотрены теоретические основы и методы расчета и выбора биротрного гидрогенератора для микроГЭС и конфигурация биротрного гидрогенератора и главные размеры. Выбор геометрических размеров однородного генератора водорода начинается с определения основных критериев. Одним из параметров основных параметров и конфигураций является то, что D1 и L1 будут идентичны классическому генератору с учетом вертикальных полюсов одного генератора водорода.

Ключевые слова: генератор, *микроГЭС, гидрогенератор, статор.*

УДК 65.011.56

M.Adambaev, Zh. Zhulaeva, A.Bizhanova, A.Kalabaeva
([1]Kazakh Academy of transport and communications to them.Named after M. Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: adambaev_m@mail.ru, zhazj@mail.ru, almasaltyn@mail.ru

METHOD FOR DRAWING UP THE STRUCTURAL SCHEME OF A COMPLEX OBJECT BY ITS OPERATIONAL EXPRESSION AND ITS APPLICATION

Abstract. A method has been developed that allows you to get an equivalent adequate block diagram of an object based on a known operator expression. By dividing all the terms of the numerator and denominator of the operator expression by the term of the denominator with the maximum degree (a0sp), all differentiating links are replaced by integrating ones. The resulting expression is converted to a block diagram. An example of structural modeling of a complex industrial object is given.

Key words: structural modeling method, block diagram, operator expressions, dynamic parameters.

М.Д. Адамбаев, Ж.Т. Джулаева, А.С. Бижанова, А.Е. Калабаева
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева
г.Алматы, Республика Казахстан)

МЕТОД СОСТАВЛЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СЛОЖНОГО ОБЪЕКТА ПО ЕГО ОПЕРАТОРНОМУ ВЫРАЖЕНИЮ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. Разработан метод, позволяющий по известному операторному выражению объекта, получить его эквивалентную адекватную структурную схему. Делением всех слагаемых числителя и знаменателя операторного выражения на член знаменателя с максимальной степенью (a_0s^n) достигается замена всех дифференцирующих звеньев на интегрирующие. Полученнное таким образом выражение преобразуется в структурную схему. Дан пример структурного моделирования сложного промышленного объекта.

Ключевые слова: метод структурного моделирования, структурная схема, операторная выражения, динамические параметры

Введение

Разработан метод, позволяющий получить эквивалентную адекватную структурную схему объекта по известному операторному выражению. Разделение всех членов числителя и знаменателя оператора выражения на член в знаменателе с максимальной степенью ($a_0 S^n$) означает замену всех дифференцирующих ссылок на интегратор. Полученное выражение преобразуется в блок-схему. Приведен пример структурного моделирования сложного промышленного объекта.

В литературе хорошо описан и нашел широкое использование метод структурного моделирования (моделирование объекта по его известной структурной схеме). В этом случае известна структурная схема, которая обычно представлена соединением типовых динамических звеньев с известными передаточными функциями. Для моделирования подготавливается рабочая схема набора исследуемого объекта на моделирующей установке, устанавливаются на модели необходимые коэффициенты, подключается контрольно-измерительная аппаратура и т.д.

При идентификации сложных объектов исследования выявить его структурную схему и получить его адекватную математическую модель теоретическими методами не представляется возможным. В связи с этим для идентификации (определение динамической структуры и параметров) в последнее время разработаны новые методы, основанные на обработке экспериментальных данных [1].

По данным активного эксперимента получает разгонные характеристики (реакцию объекта на ступенчатое входные воздействие), которая для устойчивых линейных объектов имеют один из следующих видов: экспоненциальный, S-образный или колебательный. Форма кривой разгона определяет структуру объекта, а его динамические параметры (коэффициенты передачи, постоянные времени, время запаздывания) находят обработкой кривой разгона специальными математическими приемами [2].

Результаты пассивного эксперимента (случайные реализации переменных объекта) позволяют получить адекватную математическую модель на базе решения интегрального уравнения Винера-Хопфа в частотной или временной областях, с использованием операционных (решающих) усилителей [2].

Обычно обработка результатов активного и пассивного экспериментов с применением вышеуказанных методов позволяет получить математическую модель объекта в виде операторного выражения вида:

$$W(S)=\frac{b_0S^m+b_1S^{m-1}+...+b_{m-1}S+b_m}{a_0S^n+a_1S^{n-1}+...+a_{n-1}S+a_n}=\frac{F_1(S)}{F_2(S)} \quad (1)$$

где: $F_1(S)$ -полином числителя с известными коэффициентами $b_j\,(j=0,...,m)$; $F_2(S)$ -полином знаменателя с известными коэффициентами $a_i\,(i=0,...,n)$, n-порядок операторного выражения; S – оператор Лапласа.

Моделирование исследуемого объекта, полученного в виде операторного выражения (1) невозможно осуществить так как оно практически сплошь состоит из дифференцирующих звеньев, которые не моделируются из-за их незащищённости от всех видов электромагнитных помех.

Ниже предлагается метод, позволяющий создать абсолютно эквивалентную структурную схему для операторного выражения (1). Затем для исследования объекта можно применить метод структурного моделирования, который нашел широкое применение в научных исследованиях.

Для того, чтобы избавиться от всех дифференцирующих звеньев необходимо разделить (1) на a_0S^n. Для снижения объёма математических выкладок рассмотрим частный случай (1), когда *m*=3; *n*=4, то есть

$$W(S)=\frac{b_0S^3+b_1S^2+b_2S+b_2}{a_0S^4+a_1S^3+a_2S^2+a_3S+a_4} \quad (2)$$

Разделив (2) на a_0S^4, получим

$$W(S)\frac{\frac{b_0S^3}{a_0S^4}+\frac{b_1S^2}{a_0S^4}+\frac{b_2S}{a_0S^4}+\frac{b_3}{a_0S^4}}{\frac{a_0S^4}{a_0S^4}+\frac{a_1S^3}{a_0S^4}+\frac{a_2S^2}{a_0S^4}+\frac{a_3S}{a_0S^4}+\frac{a_4}{a_0S^4}}=\frac{\frac{1}{a_0}\left(\frac{b_0}{S}+\frac{b_1}{S^2}+\frac{b_2}{S^3}+\frac{b_3}{S^4}\right)}{1+\frac{1}{a_0}\left(\frac{a_1}{S}+\frac{a_2}{S^2}+\frac{a_3}{S^3}+\frac{a_4}{S^4}\right)}= \quad (3)$$

$$=\underbrace{\frac{1}{1+\frac{1}{a_0}\left(\frac{a_1}{S}+\frac{a_2}{S^2}+\frac{a_3}{S^3}+\frac{a_4}{S^4}\right)}}_{A}\cdot\underbrace{\frac{1}{a_0}\left(\frac{b_0}{S}+\frac{b_1}{S^2}+\frac{b_2}{S^3}+\frac{b_3}{S^4}\right)}_{B}=A\cdot B$$

Рассмотрим вариант моделирования сомножителя А в выражении (3). Для этого рассмотрим структурную схему, представленную на рисунке 1, передаточная функция которая будет равна [3]:

$$W(S)=\frac{1}{1+W_0(S)} \quad (4)$$

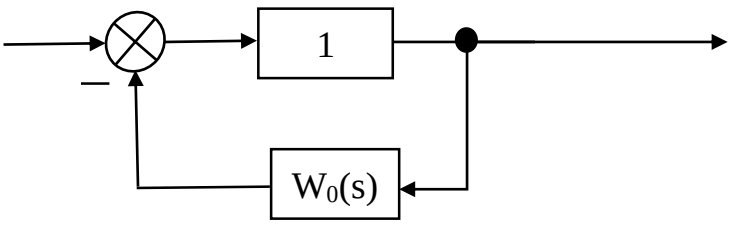


Рис. 1. Структурная схема

Из сравнения выражения (4) и сомножителя А в выражении (3) можно сделать вывод о том, что структурная схема сомножителя А будет соответствовать структурной схеме, представленной на рисунке 1 при выполнении условия:

$$W_0(S) = \frac{1}{a_0}\left(\frac{a_1}{S} + \frac{a_2}{S^2} + \frac{a_3}{S^3} + \frac{a_4}{S^4}\right) \quad (5)$$

Реализация структурной схемы сомножителя А с соблюдением условия (5) представлена на рисунке 2.

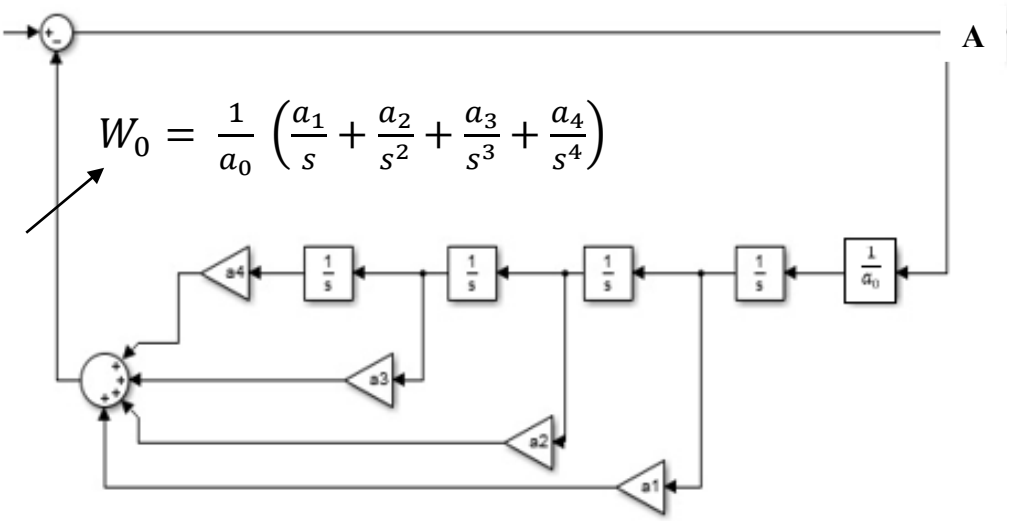


Рис. 2. Структурная схема сомножителя А

Составим структурную схему сомножителя В из выражения (3), которая дана на рисунке 3.

Так как сомножители А и В решаются совместно, то структурные схемы сомножителей А и В необходимо объединить в одну схему и их выходные сигналы перемножить при помощи блока деления-умножения (БДУ). Тогда окончательная структурная схема выражения (2) будет иметь вид, данный на рисунке 4.

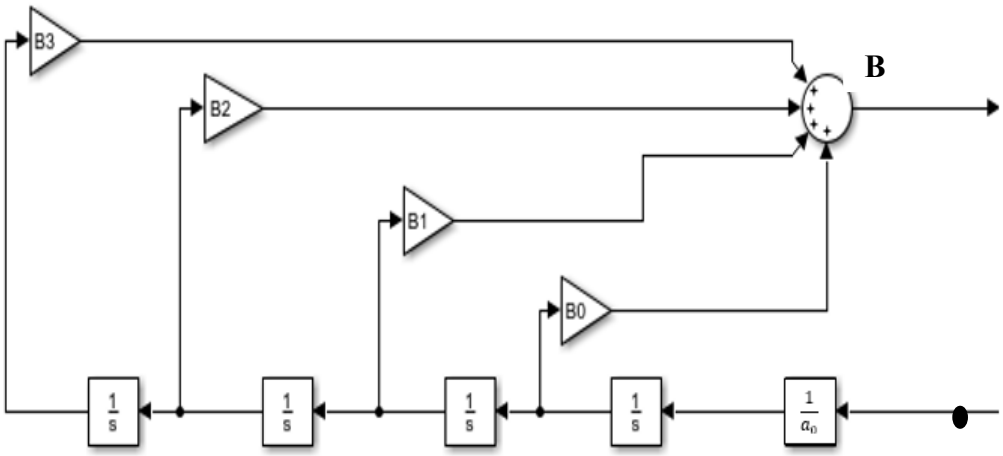


Рис. 3. Структурная схема сомножителя В

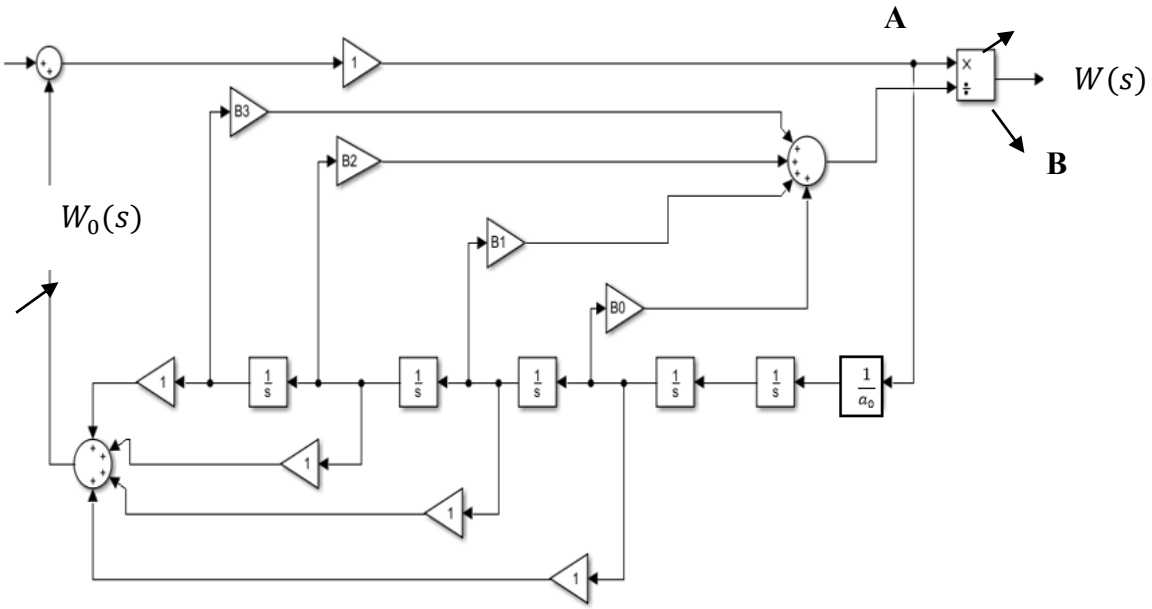


Рис. 4. Структурная схема операторного выражения (2)

Таким образом, операторное выражение (2) преобразуется в эквивалентную структурную схему (рис. 4), которую можно легко набрать на моделирующей установке и использовать метод структурного моделирования для полного исследования рассматриваемого объекта.

Благодаря рассмотренному выше методу удалось получить структурную схему процесса сухого двухстадиального измельчения с использованием в качестве основных агрегатов двухкамерных шаровых мельниц типа «Полизиус» [4]. Ниже приводятся результаты моделирования этого процесса, которые позволили разработать высокоэффективные системы управления этим сложным технологическим процессом.

Для определения параметров процесса двухстадиального измельчения, оценки динамического влияния по перекрестным каналам связи объекта в условиях постоянно изменяющихся возмущений (например, размалываемость руды, которая определяет величину циркулирующей нагрузки, следовательно, непосредственно влияет на количество перетекаемого в объекте материала, что в свою очередь резко влияет на динамические свойства процесса), был сделан анализ структурной схемы процесса двухстадиального сухого измельчения на операционных (решающих) усилителях.

Передаточные функции всех элементов получены на основании обработки экспериментальных кривых переходных процессов объекта при ступенчатом возмущении по исходному питанию и входному питанию второй стадии. Передаточные функции элементов системы имеют вид:

$W_n(s) = K_n = 1$ - передаточная функция (ПФ) тарельчатого питателя; $W_2(s) = \dfrac{e^{-4,9s}}{1+5.1s}$ - ПФ первой стадии; $W_2(s) = \dfrac{e^{-2,9s}}{1+3s}$ - ПФ второй стадии; $W_э(s) = e^{-1s}$ - ПФ ковшевого элеватора; $W_ш^0(s) = 0,5$ - ПФ шибера до сепараторов; $W_c^S(s) = 0,5 \div 0,9$ - ПФ сепараторов по каналу: общий вход-выход крупки; $W_c^г(s) = 0,5 \div 0,1$ - ПФ сепараторов по каналу: общий вход-выход готовой продукции; $W_ш^I(s) = 0 \div 1$ - ПФ шибера в первую "камеру; $W_ш^{II}(s) = 1 \div 0$ - ПФ во вторую камеру; $W_{T_1}(s) = W_{T_2}(s) = W_{T_3}(s) = e^{-0,5s}$ - ПФ трубопроводов от сепараторов до входов рабочих камер шаровой мельницы.

По передаточным функциям составлена структурная схема. Введенные обозначения звеньев системы с вписанными передаточными функциями этих элементов придают схеме наглядность, не требующую описания ее работы.

На рисунке 5 приведена линейная модель исследуемого объекта для набора ее на операционных усилителях. На схеме указаны X_i - максимально, возможные значения переменных, необходимые для

расчета масштабных коэффициентов α_i. На рисунке 6 дана схема количественного распределения материальных потоков для установившегося режима. Причем принято: вход системы равен выходу системы ($Q_{вх}$ =$Q_{вых}$ =100 у.е.), максимальная циркулирующая нагрузка до 400%. Для моделирования объекта необходимо иметь: потенциометров - 23 шт.; интеграторов - 8 шт.; сумматоров - 2 шт.; инверторов - 2 шт.; блоков постоянного запаздывания (БПЗ) - 5 шт.; масштабных элементов - 11 шт.

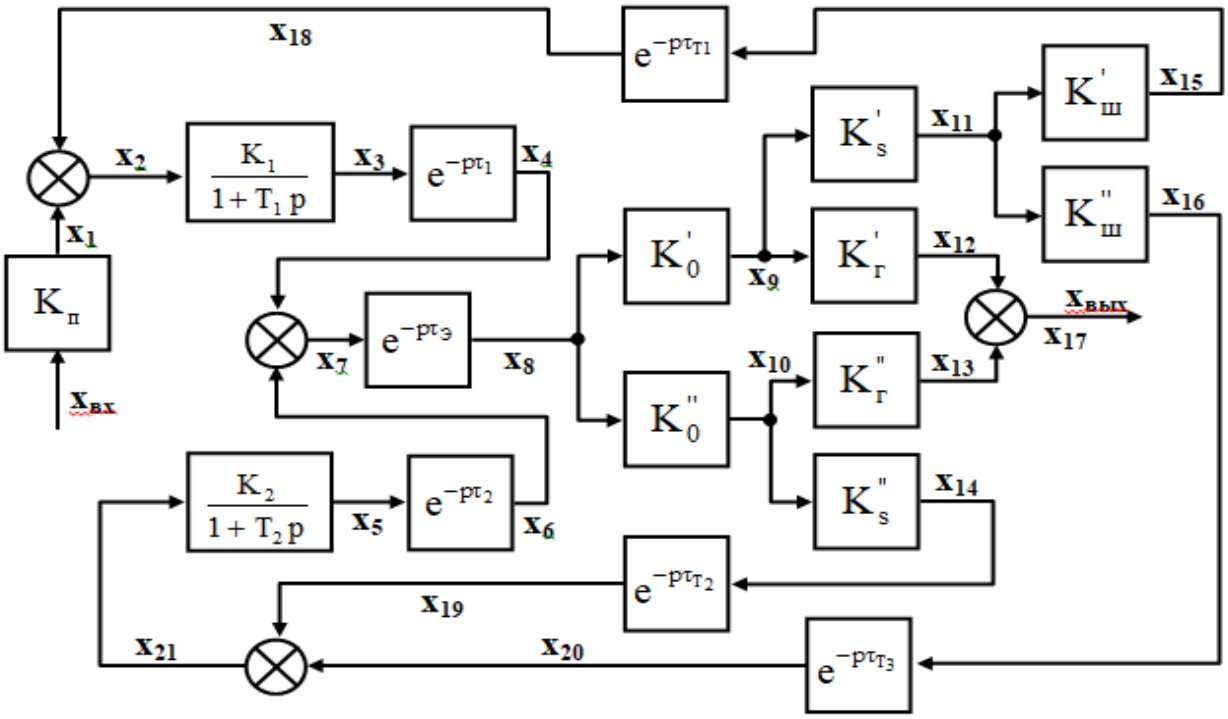


Рис. 5. Линейная модель объекта (x_i - максимальные значения параметров)

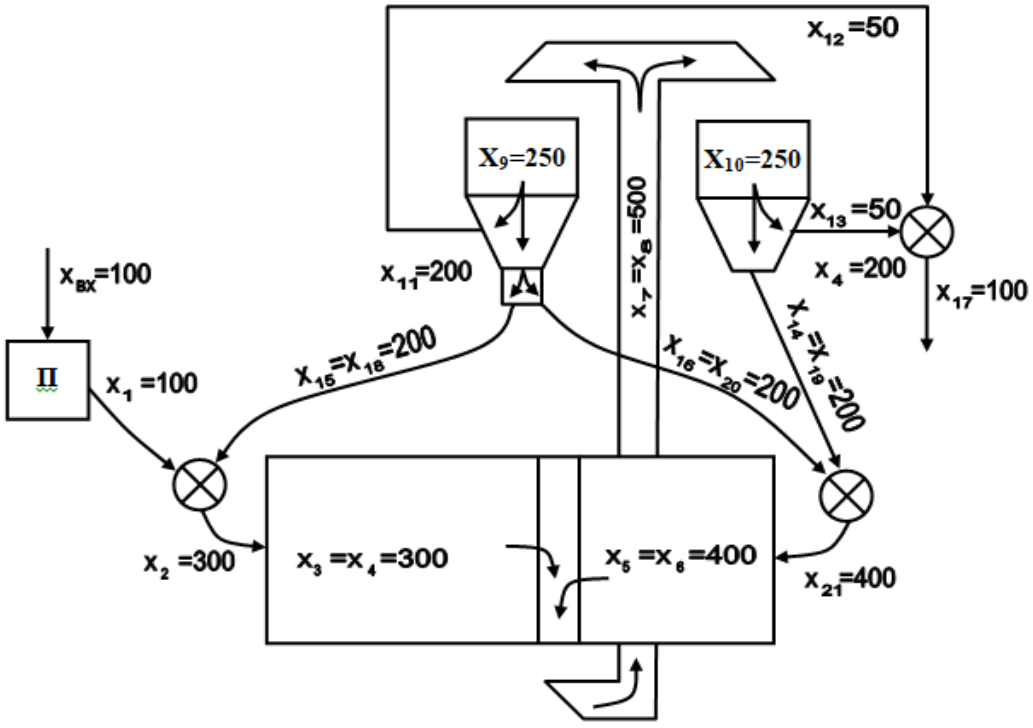


Рис. 6. Максимально возможнее количественное распределение материальных потоков при S=400%

На рисунке 7 приведена рабочая схема набора линейной модели объекта. Все потенциометры, кроме α_1, являются автоматическими и набирается при помощи схемы компенсации и трехразрядного селектора. Обозначение последних на наборном поле соответствует AI-A90. α_1- собран на ручном потенциометре Р-76. Входной сигнал ограничен двадцатью вольтами. Колебания циркулирующей нагрузки в системе предусмотрены в пределах 0÷400% от величины исходного питания. Максимальные значения переменных имеют в точках 7 и 8, значения которых ограничены 100 вольтами. Номера элементов набранной модели представлены на рабочей схеме набора внутри соответствующих элементов схемы. Масштабные элементы и сумматоры имеют четные, а интеграторы - нечетные обозначения.

К модели через селектор подключается четырехлучевой осциллограф, позволяющий наблюдать изменения режимов во всех точках модели при изменениях значений варьируемых коэффициентов. Запись кривых производится быстродействующим самопишущим прибором типа Н320-5 через специальную приставку.

Транспортные задаздавания реализуются на блоках постоянного запаздываяия типа БПЗ-2I с автономными блоками литания типа УЭСВ-I.

После отладки модели были записаны следующие кривые: на выходе камеры крупного помола (после БПЗ-I); на выходе камеры мелкого помола (после БПЗ-2); на выходе ковшевого элеватора (после БПЗ-3); на ваходе модели (после 20 инвертора).

На рисунке 8 приведены кривые изменения контролируемых параметров при ступенчатом возмущении по исходному питанию. При снятии кривых переходного процесса принимались различные коэффициенты, характеризующие измельчаемость руд (количество образования циркулкрующей нагрузки). Кривае приведены для двух случаев K_s = 0,5; 0,7.

Переходные характеристики камер крупного (IK) и мелкого (IIK) помола имеют вид экспоненты с разными коэффициентами усиления (К) и постоянными времени (Т). Для первой камеры машинная постоянная времени $\overline{T}_1$ = 16 сек. при чистом транспортном запаздывании $\overline{\tau}_1$ = 15 сек. Вторая камера при возмущении по исходному питанию (перекрестный канал для этой камеры) имеет значительно большее $\overline{T}_2$ = 24-25 сек. и $\overline{\tau}_2$ = 22-23 сек. Козффициенты усиления и постоянные времени камер при возмущении исходным питанием зависят от величины K_s и $K_ш$.

Кривая изменения загрузки ковшевого элеватора Э на участке "*б-в*" имеет излом. Участок "*а-б*" этой кривой определяется изменением загрузки первой камеры, участок "*в-г*" характеризует влияние второй камеры (см.рисунок 8). Кривая изменения количества готового продукта пропорциональна загрузке элеватора, поэтому она следует за кривой єлеватора с постоянным запаздыванием 3 сек. (влияние БПЗ-3).

На рисунке 9 показаны эти же кривые, но для более твердых руд, образующих большое количество песков(K_s= 0,7). Как видно из рисунка 8, кривые отличаются по форме от предыдущих. Резкое увеличение песков влияет на форму кривых переходного процесса первой и второй камер.

Начальная часть этих кривых определяется основным возмущением - исходным питанием, причем от этого возмущения кривая первой камеры возрастает до 70% своего установившегося значения, а вторая камера-только до 10% своего установившегося значения. Вторая часть кривых определяется обратной положительной связью, т.е. влиянием песковой нагрузки. Это дополнительное возмущение в большей степени влияет на величину загрузки второй камеры (85÷90%) и в меньшей степени-на нагрузку первой камеры (25÷30%) от установившихся значений этих параметров.

Кривая загрузки элеватора Э имеет два излома, определяемые основным и дополнительным возмущениями. Коэффщиенты усиления и постоянные времени обеих камер для случая Ks =0,7 значительно возросли по сравнению с Ks = 0,5.

На рисунке 9 приведены кривые при ступенчатом возмущении количественным распределением песковой нагрузки между камерами ($K_ш$=var). На рисунке 8 даны кривые для случая K_s = 0,5. Положительное возмущение на первую камеру соответствует такому же по амплитуде отрицательному возмущению на вторую камеру. Кривые переходного процесса имеют приблизительно одинаковый вид и К, Т, τ. Кривая элеватора отражает суммарный сигнал.

Провал на начальном участке кривой загрузки элеватора Э определяется суммированием двух экспонент с различными транспортными запаздываниями.

На рисунке 9 даны аналогичные кривые для случая Ks = 0,7. Влияние основных возмущений по песковой нагрузке и дополнительных за счет обратных связей при различных транспортных запаздываниях обусловили затухающий колебательный процесс на ковшевом элеваторе.

Таким образом, изменение величины исходного питания определяет уровень загрузки камеры крупного помола и влияет на уровень загрузки камеры мелкого помола по перекрестному каналу внутренней технологической связи. Для мягких руд (K_s = 0,5) обратные связи не оказывают существенного влияния на динамические режимы второй камеры, и, наоборот, для твердых руд (K_s = 0,7) циркулирующие потоки создают дополнительные возмущения, которые резко влияют на динамические параметры системы. К и Т камер мельницы изменяются пропорционально размалываемости руд (K_s). Изменение количественного распределения песков резко влияет на уровень загрузки обеих камер. При возмущении исходным питанием влияние этого возмущения на уровень загрузки камеры мелкого помола по перекрестному каналу связи носит плавный монотонный характер с большой постоянной времени (сказывается фильтрующие свойства объекта), поэтому система управления загрузкой камеры мелкого помола должна “спокойно пережевать” эти возмущения без применения каких-либо компенсирующих устройств. При управлении уровнем загрузки камеры мелкого помола перераспределением величины циркулирующей нагрузки, поступающей в эту камеру, перекрестная связь, влияющая на уровень загрузки камеры крупного помола, является сильной и носит резкоколебательный характер большой амплитуды.

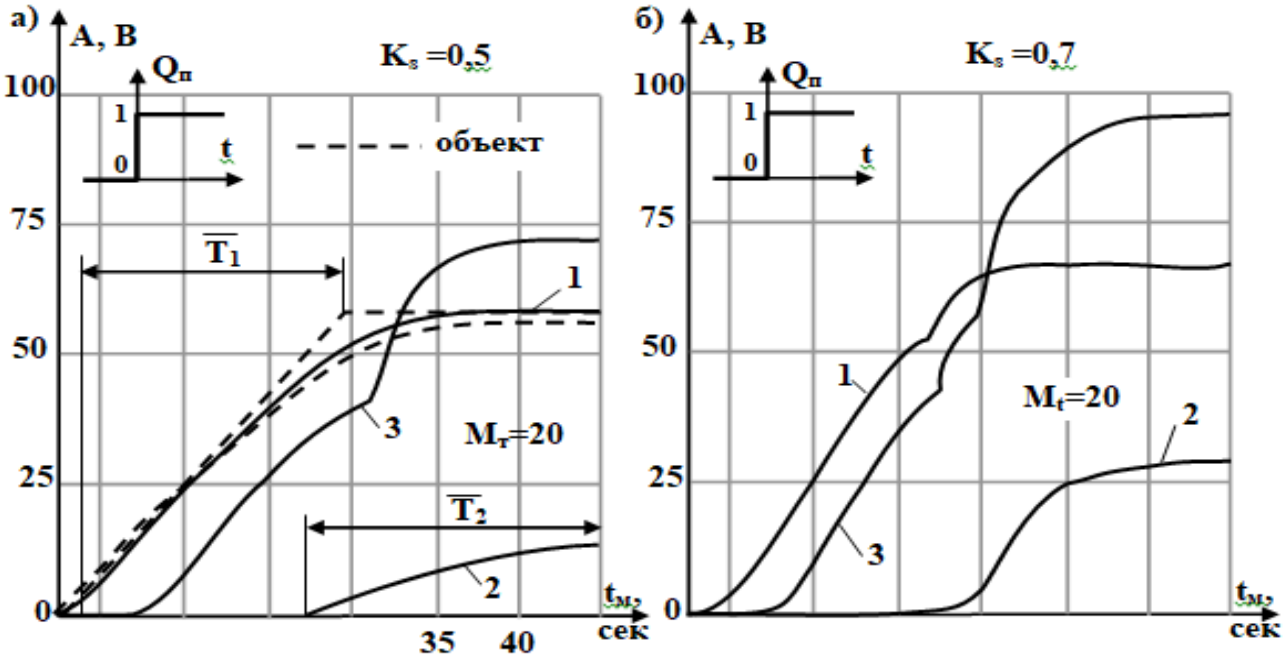


Рис. 8. Переходные процессы,полученные на модели при возмущении исходным питанием (1,2,3 - кривые загрузки первой, второй камер и элеватора).

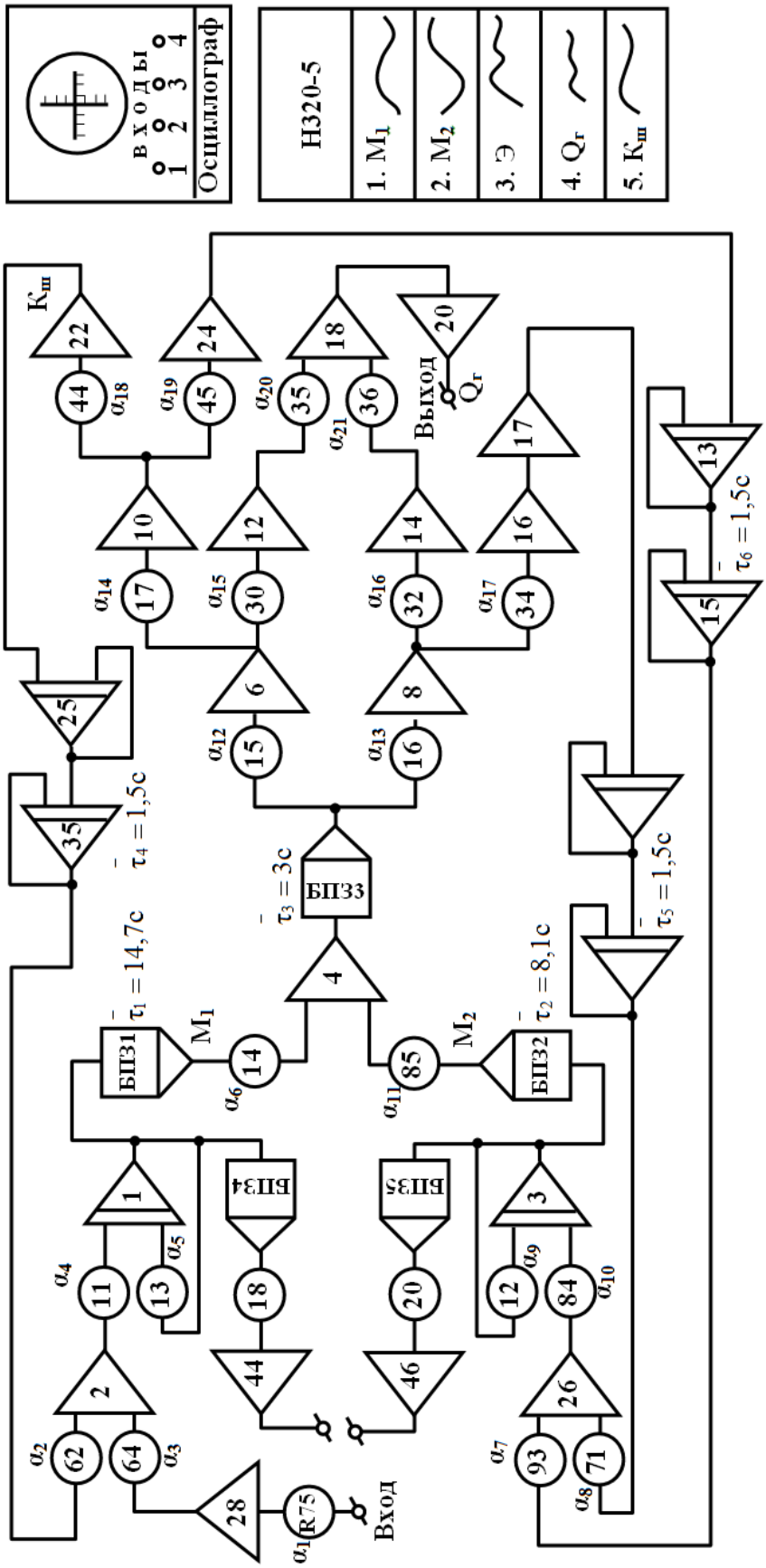


Рис. 7. Рабочая схема набора линейной модели двухстадиального измельчения

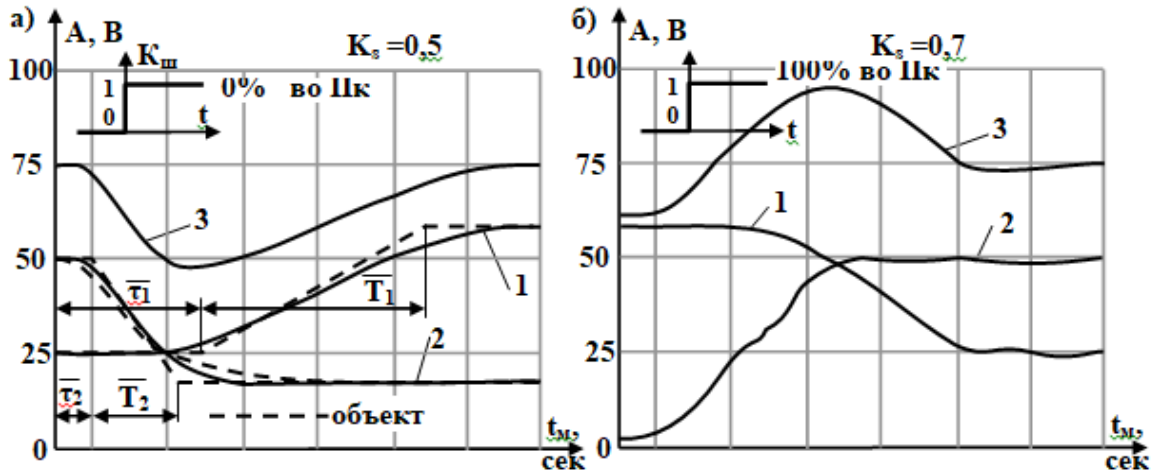


Рис. 9. Переходные процессы, полученные на модели при возмущении песковой нагрузкой (1,2,3 – кривые загрузки камер и элеватора)

Или, другими словами, система управления загрузкой камеры крупного помола будет работать в тяжелых условиях, изменяя величину питания в очень широких пределах, чтобы удержать регулируемую величину на заданном уровне, что будет сопряжено с большими колебаниями уровня загрузки камеры крупного помола, а в некоторых случаях (при больших значениях K_s) может привести и к потере управляемости. Выходом из данной ситуации может явиться разработка специальной системы управления, позволяющей скомпенсировать влияние сильной перекрестной связи.

Литературы

[1] Адамбаев М.Д. Повышение эффективности процесса сухого измельчания. Идентификация и автоматизация. Saarbucken, Deutshland/Германия:LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, - 237 с.

[2] Адамбаев М.Д. Определение динамической структуры и параметров промышленных объектов управления: Научное издание (монография). – Алматы: «TST – Company», 2010 – 259 с.

[3] Балакиров В.С., Дудников Е.Т., Цирлин А.М. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления. - М.: Энергия, 1987-232с.

[4] Адамбаев М.Д. Автоматическое управление процессами сухой рудоподготовки. Монография. – Алматы: Комплекс, 2013 – 163 с.

Адамбаев М.Д., Джулаева Ж.Т., Бижанова А.С., Калабаева А.Е.

Күрделі объектінің құрылымдық сұлбасын оның операторлық өрнегі бойынша құрастыру әдісі және оны қолдану

Түйіндеме. Объектінің белгілі операторлық көрінісі бойынша оның эквивалентті барабар құрылымдық схемасын алуға мүмкіндік беретін әдіс әзірленді. Операторлық өрнектің барлық қосынды алымдары мен бөлгішін бөлгішке барынша жоғары дәрежемен (a0sn) бөлгішке бөлумен барлық саралаушы буындарды интегралдағыштарға ауыстыруға қол жеткізіледі. Осылайша алынған өрнек құрылымдық схемаға айналады. Күрделі өнеркәсіптік нысанды құрылымдық модельдеу үлгісі берілген.

Кілттік сөздер: құрылымдық модельдеу әдісі, құрылымдық схема, операторлық өрнектер, динамикалық параметрлер

УДК 636.03

I.M. Zhussupova
(Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: indira.zhussupova@mail.ru

LIVESTOCK DEVELOPMENT TECHNOLOGIES IN THE INDUSTRIAL ZONE OF THE KYZYLORDA REGION

Abstract: Lack of feed and various diseases cause great damage to livestock products. Over the years of independence, the attitude towards agriculture in our country has radically changed and new reforms are being introduced. In the era of the market, cheap food was impossible without highly productive breeding cattle. From now on, Kazakhstan's intention to join the World Trade Organization has established new requirements for all manufacturers to produce products in accordance with new international quality standards. To support agriculture, a series of events will be organized with the support of the President. Veterinary medicine plays a key role in achieving this. For this, it is necessary to organize veterinary work, such as increasing the number of livestock, increasing productivity, preventing and treating diseases.

Key words: livestock products, livestock, agriculture, veterinary expertise.

И.М. Жусупова
(Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан)
E-mail: indira.zhussupova@mail.ru

ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНЫҢ ӨНЕРКӘСІПТІК АЙМАҒЫНДА МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ДАМЫТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Түйіндеме: Мал өнімдерін арттыруға мал азығының жетіспеуі және әр түрлі аурулар үлкен зиян келтіруде. Егемендік алғаннан кейін жылдары елімізде ауыл шаруашылығына деген көзқарас түбегейлі өзгеріп, жаңа тың реформаларды қалыптастырып келеді. Нарық заманында арзан азық–түлікті жоғарғы өнім беретін асыл тұқымдарынсыз мүмкін болмай отыр. Ендігі кезеңде Қазақстанның Бүкіләлемдік Сауда Ұйымына кіруге тілек білдіруі халықаралық жаңа сапа стандарттарына сәйкес өнім өндіруге барша өнім өндірушілерге жаңаша талап қойып отыр. Ауыл шаруашылығын нығайту мақсатында елбасымыздың қолдауымен көптеген шаралар кешенін ұйымдастыру көзделген. Осы мақсатқа жету үшін ветеринария саласының алатын орны өте зор. Ол үшін мал басын көбейтіп, өнімділікті жоғарлату, аурулардың алдын-алып, емдеу тәрізді ветеринариялық жұмыстарды ұйымдастыру қажет.

Кілттік сөздер: мал өнімдері, малшаруашылығы, ауыл шаруашылығы, ветеринариялық сараптаудан

Кіріспе

Малшаруашылығын көтеру жағдайы және халықты азық-түлікпен қамтамасыз етудің маңыздылығының бірі жұқпалы аурулардың екпінділігін төмендету және жою болып табылады. Осыған байланысты, 2019 жылы Республика аймақтарына осы аурулар бойынша эпизоотиялық мониторинг жүргізілген. Жұқпалы ауру төтенше жоғары контагиозды бола тұра, тез және көлемді таралуына беталыс жасайды, мал басын сақтап қалу және санын өсіруге, өнімділігін арттыру және алынатын өнімнің сапасын жақсартуға, саланың дамуына заманауи әдістерді енгізуде ауыр бөгет болады.

Қазіргі таңда бір жағынан табиғатты қолданушылардың бақылаусыздығы басым, басқа жағынан ветеринариялық-санитариялық ережелердің бұзылуына, көптеген жеке меншік шаруашылықтарды үнемі бақылау жасау мүмкін еместігі, жұқпалы ауруларды алдын алуға жоғары көңіл бөлу қажеттілігін шақырады.

Мал өнімдерін арттыруға мал азығының жетіспеуі және әр түрлі аурулар үлкен зиян келтіруде. Тек қана мал өлімін азайту, мал өнімдерін көбейтуде үлкен табыс көзі болатын төмендегі мысалдан көруге болады. Қазақстанда 1990 жылы 1966 мың ірі қара, 39 мың жылқы, 28866 мың қой ешкі өлім жітімге ұшыраса, 1991 жылы бұл көрсеткіштер тиісінше 206641, 31266 мың бас болды.

Егемендік алғаннан кейін жылдары елімізде ауыл шаруашылығына деген көзқарас түбегейлі өзгеріп, жаңа тың реформаларды қалыптастырып келеді. Нарық заманында арзан азық–түлікті жоғарғы өнім беретін асыл тұқымдарынсыз мүмкін болмай отыр. Ендігі кезеңде Қазақстанның Бүкіләлемдік Сауда Ұйымына кіруге тілек білдіруі халықаралық жаңа сапа стандарттарына сәйкес өнім өндіруге барша өнім өндірушілерге жаңаша талап қойып отыр.

Ауыл шаруашылығын нығайту мақсатында елбасымыздың қолдауымен көптеген шаралар кешенін ұйымдастыру көзделген. Осы мақсатқа жету үшін ветеринария саласының алатын орны өте зор. Ол үшін мал басын көбейтіп, өнімділікті жоғарлату, аурулардың алдын-алып, емдеу тәрізді ветеринариялық жұмыстарды ұйымдастыру қажет.

Малдардың нарықтары немесе малды сату бойынша биржалар іс-жүзінде барлық мал шаруашылық елдерінде бар болады және дүкенші мен сатушы арасындағы (транзакция) тірі малды сату және сатып алу үшін мүмкіндік және жағдай туғызады. Осыған орай биржаға қатысушылар саудаға қатысуға бекіту алу үшін шежіре, денсаулық, нарық бағасы, сатып алу мен сатушының тарихы (биржа қатысушысы ретінде) және т.б. сапалық және сандық көрсеткіштерін анықтау бойынша бекітілген процедураны өтуі керек.

Тірі мал сатудан басқа нарықта сәйкес келетін тауарлар ұсынылады: жем, жабдықтар, сақтандыру бойынша қызметтер, бағалау, несиелер, лизинг, малдәрігерлік, консультациялық қызметтер, өлшеу және басқалар.

Эпизотикалық жағдайлардың, ІҚМ санының бар болуын есепке алу бордақылайтын алаңдардың, репродукторлардың және фермерлік шаруашылықтардың аумақтық орналасуының ұсынылған сызбасы құралған.

Қазақстан Республикасының Ауылшаруашылық Министрлігінің деңгейінде тиісті жем базасы мен азық өндірісіндегі ет малының бас санын қалыптасатындығын қамтамасыз етілу бойынша шаралардың іске асырылуын ескеру.

Қызылорда облысы бойынша 34 мал сою алаңы және 4 мал сою пункті тіркелген. Жыл басынан мал сою объектілерінде 3865 бас МІҚ, 781 бас жылқы, 563 бас уақ мал, 95 бас түйе малы ветеринариялық-санитариялық тексеруден өткізіліп, ветеренариялық талаптарға сай сойылған.

Жануарлардан алынатын өнімдерді сатумен айналысатын Қызылорда облысы аумағында 16 ішкі сауда объектісі тіркелген. Ішкі сауда объектілерінде өнімдерді ветеринариялық сараптаудан өткізетін зертханалар қызмет атқарады. Жыл басынан ішкі сауда объектілерінде 3614 МІҚ, 648 жылқы, 537 уақ мал, 95 түйе, 23 шошқа ұшасы, 28162 партия балық ветеринариялық сараптау зертханасынан сараптаудан өткізіліп тұтынушыларға сатуға рұқсат етілген.

Материалдар мен әдістер

Етті биохимиялық талдау. Бактериоскопия. Зерттелетін ет сынамасының бетін қыздырылған шпател мен немесе спиртке батырылған тампон мен күйдіріп стерилдеген соң, стерилді қайшымен 2,5х1,5х2,5 мөлшерінде кесінді қиып алып тесеніш шыны үстіне тигізіп түрлі таңба аламыз.

Жағындыны ауада кептіріп, Грам әдісмен бояймыз да төсеніш шыныдағы 25 жолақты қараймыз.

Егер жағындыда микрофлора кездеспесе немесе бірен-сараң (10 дейін) шар және таяқша тәрізді микроб денешітері кездесіп, бұлшық ет ұлпасында кездеспесе ет балауса деп саналады.

Егер жағындыда 30-ға дейін шар және таяқша тәрізді микроб денешітері кездесіп, бұлшық ет ұлпасының ыдырауы аздап білініп, талшықтардың сызықтары көрінбей ядро ыдыраған болса ондай ет күмәнді балаусалы ет деп саналады.

Егер жағындыда шар және таяқша тәрізді микроб денешіктері 30-дан көп болып, ұлпаның ыдырауы байқалып ядро мен бұлшық ет талшықтары көрінбесе бұндай етті бұзылған ет деп санаймыз.

Сорпадағы күкірт қышқылды мыстың реакциясы. Реакция ет бұзылған кездегі ақзаттың ыдырауы барысында түзілген өнімдерді анықтауға бағытталған.

Зерттеу нәтежиелері және талдау

Реакция барысы: Пробиркаға 3 г фаршты салып үстіне 3 мл дистилденген су құямыз. Пробирканы 2-3 рет қатты шайқап, одан кейін пробирка ішіндегі сүзгіш қағаз арқылы сүзіп алып, судың ағысында суытамыз. Келесі пробиркаға сүзілген сорпадан 2 мл құйып алып, үстіне 3 тамшы 5% күкірт қышқылды мыстың ерітіндісінен тамызып шайқап 5 минутқа қоямыз.

Балауса еттің сүзінді сорпасының түсі мөлдір немесе сәл күңгірттеу болады.

Күмәнді балаусалы еттің сүзінді сорпасында үлпек денелер болады. Бұзылған еттің сүзінді сорпасының түсі жасыл көк түсті тұнба тәрізді болады.

Аминді-аммиак азотының мөлшерін анықтау. Колбаға 10 мл 4:1 сірінді сүзіндісін құйып, оған 40 мл дистилденген су және 3 тамшы фенолфталеиннің 1%-дық спирттегі ерітіндісін косады. Қоспа 0,1Н күйдіргіш натр ерітіндісімен қызғылт түске боялғанша бейтараптандырылады да, үстіне 10 мл

формалин (фенолфталеин бойынша бейтараптандырылған) косылады. Содан кейін екінші рет 0,1Н күйдіргіш натр ерітіндісімен қайтара кызғылт түске боялғанша титрлейді.

Балауса етте амминді-аммиак азоттың мөлшері - 1,26 мг; күмәнді балаусалы етте -1,27-1,32 мг; бұзылган етте -1,32 мг жоғары болады.

Аммиакты Несслер бойынша анықтау. Ет бұзылган кезде оның құрамындары ақзат ыдырай бастайды, соның нәтижесінде аммиак бос түрінде бөлініп шығады.

Несслер реактиві осы бос аммиактың бар-жоғын анықтауға мүмкіндік береді.

Жұмыс барысы: Ол үшін пробиркаға 1:4 қатынаста дайындалған 2 мл сүзілгенген ет сығындысын құямыз. Оның үстіне 10 тамшы Несслер реактивін тамызамыз.

Егер сығынды балауса еттен дайындалса - сарғыш немесе сары түсті; күмәнді балауса етте-қызғылт сары түсті; бұзылған етте қызғылт түсті болып, пробирка түбінде қызыл түсті тұнба түзеді.

Күкіртсутекті анықтау. Күкіртсутек ақзат ыдырауы кезінде түзілетін өнім болып табылады. Реакция газ күйіндегі күкіртсутектің сірке қышқылды корғасынмен қосылып күңгірт түсті күкіртсутектің түзілуіне негізделген. Бұндай жағдай көбінесе еттің анаэробты ыдырауында кездеседі (тері мен ұшада). Ал еттің басқа жағдайдағы шіруінде күкіртсутек пайда болмайды.

РН-ты анықтау. Еттің балаусалығын анықтауда рН мөлшерін маңызы зор. Ет бұзылған кезде сілтілік заттардың бөлінуіне байланысты РН көрсеткіші өзгереді. Сау малдың етінен дайындалған сығындының РН -5,6-6,2 аралығында: балаусалығы күмәнді етте - 6,3-6,6, бұзылған етте 6,6-дан жоғары болады.

Қорытынды

2017-2021 жылдарға арналған агроөнеркәсіптік кешенді дамыту мемлекеттік бағдарламасы аясында ірі қара мал етінің экспорты 70 мың тоннаға жеткізіледі.

Қазақстан ағымдағы жылғы 25 мамырда қалған 5 облыс (ШҚО, ОҚО, Алматы, Жамбыл, Қызылорда) үшін аусылдан таза аймақ мәртебесін алды. Осы шешімге Халықаралық эпизоотиялық бюроға мүше 180 елдің делегаттары дауыс берді. Бұл мал және өсімдік өнімдерінің экспортын ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Қызылорда облысы бойынша шаруашылықтың барлық санаттарындағы мал шаруашылығы дамуының негізгі көрсеткіштері 1-нші кестеде көрсетілген. Мал мен құстың шаруашылықта сойылғаны немесе союға өткізілгені (тірідей салмақта) 2-нші кестеде көрсетілген.

Осы мақсатта өнімділігі аз жергілікті мал тұқымы еуроп. тұқымдар — герефорд, швиц, симменталь, голланд сиырларымен, қырдың қызыл сиырымен будандастырылып, малдың мол өнімді тұқымдары алынды.

Ұзақ уақыт жүргізілген ғылыми практикалық жұмыстардың нәтижесінде елімізде алғашқы етті мал тұқымы — қазақтың ақбас сиыры, сондай-ақ сүтті-етті тұқым — алатау сиыры мен сүтті тұқым — әулиеата сиыры шығарылды.

Республикада етті бағыттағы сиырлардың 5 тұқымы, жоғары өнімді бөлігі — 11 тұқыммал зауыты мен 30 тұқыммал шаруашылығында өсіріледі.

Республика бойынша мүйізді ірі қараның үлес салмағы: қара-ала сиыр тұқымы— 30,7%, симменталь — 24,3%, қырдың қызыл сиыры — 20,4%, алатау — 17,3%, әулиеата — 5,3%, айршир — 1,3%, латыштың қызыл-қоңыр сиыры — 0,7% болса, етті бағыттағы сиырлар негізінен отандық сиыр тұқымдары — қазақтың ақбас сиырлары (84,4%) мен әулиекөл сиырларынан (11,3%) тұрады.

1-кесте. **Шаруашылықтың барлық санаттарындағы мал шаруашылығы дамуының негізгі көрсеткіштері**

	Шаруашылықтардың барлық санаттары			Оның ішінде								
				ауыл шаруашылығы кәсіпорындары			дара кәсіпкерлер және шаруа немесе фермер қожалықтары			жұртшылық шаруашылықтары		
	2019 жыл	2018 жыл	2019 жыл 2018 жылға пайызбен	2019 жыл	2018 жыл.	2019 жыл 2018 жылға пайызбен	2019 жыл.	2018 жыл	2019 жыл 2018 жылға пайызбен	2019 жыл.	2018 жыл	2019 жыл 2018 жылға пайызбен
Мал мен құстың шаруашылықта сойылғаны немесе союға өткізілгені (тірідей салмақта), тонна	37 457,6	36 270,4	103,3	1 513,1	1 150,0	131,6	5 083,5	4 999,9	101,7	30 861,0	30 120,5	102,5
Мал мен құстың шаруашылықта сойылғаны немесе союға өткізілгені (сойыс салмақта), тонна	19 515,4	18 844,9	103,6	787,0	598,9	131,4	2 636,7	2 592,6	101,7	16 091,6	15 653,3	102,8
Сиыр сүті, тонна	87 847,5	86 386,7	101,7	6 207,3	6 189,6	100,3	7 766,6	7 601,5	102,2	73 873,6	72 595,6	101,8
Тауық жұмыртқасы, мың дана	8 529,5	9 021,9	94,5	2 686,0	3 301,0	81,4	39,3	32,4	121,3	5 804,2	5 688,5	102,0
Қырқылған қой жүні, тонна	808,9	805,0	100,5	13,8	27,4	50,4	235,9	230,6	102,3	559,2	547	102,2
Ірі терілер, дана	69 910	67 774	103,2	2 180	1 565	139,3	5 148	4 881	105,5	62 582	61 328	102,0
Ұсақ терілер, дана	134 228	131 732	101,9	1 122	1 740	64,5	10 758	10 377	103,7	122 348	119 615	102,3
Қозы терілері, дана	1 008	3 635	27,7	408	429	95,1	600	3 206	18,7	-	-	-
1 қаңтардағы жағдай бойынша мал мен құстың саны, бас												
Ірі қара мал	332 381	323 945	102,6	6 671	6 789	98,3	110 460	98 063	112,6	215 250	219 093	98,2
олардан сиыр	177 793	163 960	108,4	1 773	1 882	94,2	68 514	58 800	116,5	107 506	103 278	104,1
Қой	471 582	452 730	104,2	19 704	20 389	96,6	220 476	177 410	124,3	231 402	254 931	90,8
Ешкі	149 340	160 109	93,3	73	119	61,3	21 406	20 319	105,3	127 861	139 671	91,5
Шошқа	2 546	2 322	109,6	-	-	-	270	271	99,6	2 276	2 051	111,0
Жылқы	148 339	136 411	108,7	3 627	2 780	130,5	56 249	50 311	111,8	88 463	83 320	106,2
Түйе	47 873	45 731	104,7	1 447	1 579	91,6	17 211	15 743	109,3	29 215	28 409	102,8
Құс	126 301	127 128	99,3	19 600	24 900	78,7	9 515	7 211	132,0	97 186	95 017	102,3

2-кесте. Мал мен құстың шаруашылықта сойылғаны немесе союға өткізілгені (тірідей салмақта)

тонна

	Шаруашылықтардың барлық санаттары			Оның ішінде								
				ауыл шаруашылығы кәсіпорындары			дара кәсіпкерлер және шаруа немесе фермер қожалықтары			жұртшылық шаруашылықтары		
	2019 жыл	2018 жыл	2019 жыл 2018 жылға пайызбен	2019 жыл	2018 жыл	2019 жыл 2018 жылға пайызбен	2019 жыл	2018 жыл	2019 жыл 2018 жылға пайызбен	2019 жыл	2018 жыл	2019 жыл 2018 жылға пайызбен
Қызылорда облысы	37 457,6	36 270,4	103,3	1 513,1	1 150,0	131,6	5 083,5	4 999,9	101,7	30 861,0	30 120,5	102,5
Қызылорда қ.ә	2 151,8	2 018,0	107,0	268,2	157,7	178,9	556,8	546,9	101,8	1 326,8	1 313,3	101,0
Арал	4 400,4	4 266,3	103,1	45,5	56,4	80,7	365,8	350,7	104,3	3 989,1	3 859,2	103,4
Жалағаш	3 805,6	3 729,8	102,0	0,9	1,1	80,6	135,3	129,7	104,3	3 669,4	3 599,0	102,0
Жанақорған	7 436,9	7 120,5	104,4	187,2	97,5	192,1	1 147,5	1 108,3	103,5	6 102,2	5 914,7	103,2
Қазалы	6 630,8	6 322,0	104,9	841,2	644,1	130,6	1 381,0	1 349,9	102,3	4 408,6	4 328,0	101,9
Қармақшы	3 919,8	3 860,6	101,5	38,1	71,9	53,0	98,4	94,6	104,0	3 783,2	3 694,0	102,4
Сырдария	3 921,8	3 915,4	100,2	101,9	117,2	87,0	684,6	720,2	95,1	3 135,3	3 078,0	101,9
Шиелі	5 190,5	5 037,9	103,0	30,0	4,1	7.2 есе	714,1	699,5	102,1	4 446,4	4 334,3	102,6

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Федотов Б.Н. ВСЭ с технологией продуктов животноводства. Ленинград, 1967г.

[2] Аганин А.В., Аганин И.Г. и др. «Ветеринарно-санитарная экспертиза, стандартизация и сертификация продуктов».// т. 1. Алматы, 2002 г.

[3] Қырықбайұлы С., Төлеуғали Т.М., Майқанов Б.С., Садуов М.С., «Ветеринариялық-санитарлық сараптау» практикумы.// 2011ж., 314бет.

[4] Смагулов А.К. и др. «Качество и безопасность сельскохозяйственной пищевой продукции».// Алматы, 2002 г.

[5] Шура И.В. Руководство по ветеринарно-санитарной экспертизе и гигиене продуктов животноводства. Москва. 1972 г.

[6] Колоболодский Г.В. Практикум по ветеринарной санитарной экспертизе. Москва. 1966 г.

[7] Макаров В.П.Практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе. Москва.1988 г.

[8] Коряжнов В.П. Практикум по ветеринарной санитарной экспертизе. Москва. 1970 г.

[9] Правила ВСО убойных животных и ВСЭ мяса и мясных продуктов. Москва. 1988 г.

[10] Справочник. Экспертиза качества и методы консервирования продуктов и животного сырья. Алма-Ата. 1993 г.

[11] Рогов И.А. Технология мяса и мясопродуктов. Москва. 1988 г.

[12] Гревцев Е.А. Товароведение животного сырья. Москва. 1977 г.

[13] Шура И.В. Руководство по ВСЭ продуктов убоя животных и гигиена мясного производства. Москва. 1959 г.

[14] К.Е. Елемесов, Н.Ф. Шуклин. ВСЭ, стандартизация и сертификация продуктов. Т.1,2. Алматы. 2002 г.

[15] Калашников А.П., Мысик А.Т. «Результаты исследований и задачи науки по повышению качества продуктов животноводства // М.,«Колос»,1982 г.

[16] Горегляд Х.С., Макаров В.А. и др. «Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии переработки продуктов животноводчества». // М., «Колос», 1981 г.

[17] Житенко П.В., Боровков М.Ф. «Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства» Справочник // Москва, «Колос», 2000 г.

[18] Житенко П.В. Устименко Л.И. «Пособие по оценке качества продуктов животноводства».// М., «Россельхозиздат», 1976 г.

[19] Житенко П.В. «Технология продуктов убоя животных». // М., «Колос», 1984 г.

[20] Житенко П.В., Ильясов Б.К. и др. «Ветеринарно-санитарная экспертиза, стандартизация и сертификация продуктов»// 2 том, Алматы, 2003г.

[21] Макаров В.А., Флоров В.П. И др. «Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии стандартизации продуктов животноводства»// М., ВО «Агропромиздат»., 1991 г.

[22] Житенко П.В. «Оценка качества продуктов животноводства»// М., «Россельхозиздат», 1987 г.

[23] Мысик А.Т., Белов С. М. «Справочник по качеству продуктов животноводства»// М., «Агропромиздат», 1986г.

[24] Сергеев А. Г., Латышев М.В., Теоегеря В.В. «Метрология, стандартизация, сертификация».// Москва, Логос, 2001.

[25] Савченко А.Ф. «Достижение и перспективы развития науки в области повышения качества мясных продуктов // М., «Колос», 1980 г.

[26] Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии.// Учебник для ВУЗов. М.:Аудит, ЮНИТИ, 1998.

[27] «Концепция об экологической безопасности».// Газета «Казахстанская правда», с.11-15.

[28] Фурсов В.И. «Охрана природы и сельское хозяйство» // А-А «Кайнар», 1987 г.

Жусупова И. М.

Технологии развития животноводства в промышленной зоне Кызылординской области

Резюме: Недостаток корма и различные заболевания наносят большой ущерб животноводческой продукции. За годы независимости отношение к сельскому хозяйству в нашей стране коренным образом изменилось и вводятся новые реформы. В эпоху рынка дешевая еда была невозможна без высокопродуктивного племенного скота. Отныне намерение Казахстана вступить во Всемирную торговую организацию установило новые требования для всех производителей производить продукцию в соответствии с новыми международными стандартами качества. Для поддержки сельского хозяйства будет организован ряд мероприятий при поддержке Президента. Ветеринария играет ключевую роль в достижении этого. Для этого необходимо организовать ветеринарную работу, такую как увеличение поголовья скота, повышение продуктивности, профилактика и лечение заболеваний.

Ключевые слова: продукты животноводства, животноводство, сельское хозяйство, ветеринарная экспертиза.

МРНТИ 29.01;27.41.23
ӘОЖ 530.311 ;519.68

[1]A. Mukushev, [2]B. Mukushev, [3]N.Omarova, [4]G. Nurbakova, [4]B.Kozhakhmet
([1]Financial Academy, Nur Sultan, Kazakhstan,
[2]Kazakh agro technical university named after S.Seifullin, Nur Sultan, Kazakhstan,
[3]Eurasian National University L.Gumilev, Nur Sultan, Kazakhstan,
[4]Kazakh national University. Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: bazarbek1@rambler.ru

INVESTIGATION OF STOCHASTIC PHENOMENA IN DISSIPATIVE DYNAMICAL SYSTEMS BY NUMERICAL METHODS

Abstract: The article presents computer methods for studying stochastic States of dissipative dynamical systems. The stochastic state of a dissipative system is called dynamic chaos. In this state, the behavior of a nonlinear system looks random and non-periodic. The Lorentz model characterizing stochastic in hydrodynamics was considered.

Keywords: Dissipative systems, dynamic chaos, Lorentz model, attractor, bifurcation, laminar and turbulent flow, MathCAD package.

[1]А.Б Мукушев, [2]Б.А.Мукушев, [3]Н.М.Омарова, [4]Г.С.Нурбакова,[4]Б.Қ.Қожахмет
([1]Қаржы академиясы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан Республикасы,
[2]С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан,
[3]Л.Гумилева атындағы Евразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан,
[4]Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы,)

ДИССИПАТИВТІ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ СТОХАСТИКАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ САНДЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме: Диссипативті динамикалық жүйелердегі құбылыстар бейсызықтық құбылыстарға жатады. Мұндай құбылыс болып жатқан жүйе динамикалық хаос жағдайында болады. Динамикалық хаос кезінде жүйенің күйі кездейсоқ және периодты түрде өзгеруі мүмкін. Мақалада физикалық диссипативті динамикалық жүйедегі стохастикалық күйлер компьютерлік әдістер көмегімен зерттелген. Гидродинамикадағы бифуркация құбылысын сипаттайтын Лоренц моделіндегі «ерекше» аттрактор құбылысы қарастырылған.

Түйін сөздер: Диссипативті жүйелер, динамикалық хаос, Лоренц моделі, аттрактор, бифуркация, ламинарлы және турбулентті ағын, MathCAD пакеті.

Кіріспе

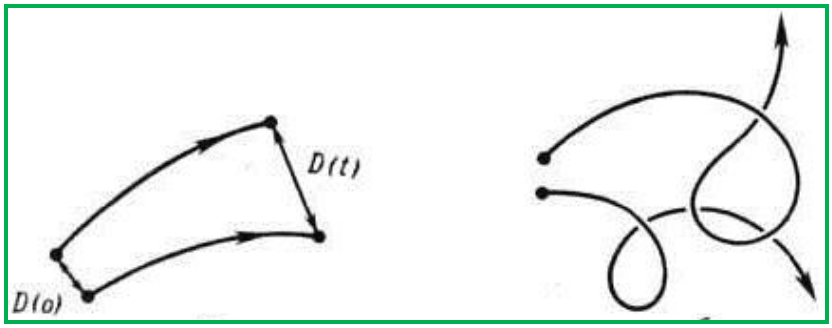
Динамикалық жүйе күйінің (қозғалысының) кездейсоқ және периодсыз түрде өзгеруі динамикалық хаос деп аталады. Мұндай жүйеге атмосфера, турбулентті ағындар, жүрек аритмиясы, биологиялық популяция, әлем экономикасы, қоғам және т.б. жүйелер жатады.

Бейсызық динамикалық жүйелерді зерттеу барысында олардың көпшілігінің күйі (қозғалысы) кездейсоқ жағдайда өзгеретіні белгілі болды. Осы өзгеріс кездейсоқ факторлардың әсерінсіз-ақ пайда болады және осы өзгерістің болуы бастапқы шарттармен анықталады. Іліну нүктесі периодты түрде тербелістегі математикалық маятниктің тәртібі осы айтылғандарға мысал бола алады: маятниктің қозғалысқа түсуі кездейсоқ емес, алайда оның қозғалыс шартты – периодты болуы мүмкін, сонымен қатар алғашқы шарттарға байланысты кездейсоқ болуы да мүмкін.

Динамикалық хаос құбылысы автономды және автономды емес бейсызық жүйелерде орындалады. Егер хаосты процесс әлсіз болса, ол аса байқала қоймайды. Динамикалық жүйелердегі хаостың орын алуы локальды орнықсыздықтың болуына тікілей байланысты. $z(t)$ – t уақыт

моментіндегі жүйенің күйін анықтай фазалық кеңістіктегі нүкте болсын. t –нің әр түрлі мәндеріндегі $z(t)$ нүктелерінің жиыны $z_0 = z\ (0)$ нүктесінен шыққан жүйенің фазалық траекториясын береді.

$D(t)=|| z_1(t) - z_2(t)||$ өрнек арқылы фазалық кеңістіктегі t уақыт моментіне сәйкес келетін $z_1(t)$ және $z_2(t)$ траекториялардағы *екі нүктенің аралығын белгілейміз. Жүйе фазалық кеңістікте финиттік қозғалыста болсын. Сонымен қатар, динамикалық жүйе локальды орнықсыз жағдайында болсын. Алғашқы шарт өте аз қозу жағдайын алсын, яғни* $D(0) \to 0$. Локальды орнықсыз осы өте аз қозуды сезе алатын болады. Сөйтіп оқиға біз ойлағандай (1а) емес, басқа сценарий бойынша болуы мүмкін (1б). 1б бойынша болған оқиға динамикалық хаостың мысалы бола алады. *Финиттік қозғалыс жағдайында траекториялар фазалық кеңістік орналасқан шекті көлемнен (Г) үлкен аралыққа ажырап кете алмайды* **[1-3].**



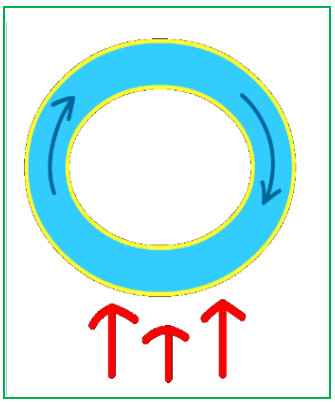
а) б)

1-сурет. Динамикалық хаостың эволюциясы

1. Диссипативті динамикалық жүйелердегі стохастикалық күйлер

1963 жылы Journal of the Atmospheric Sciences журналында америка метеорологы Эдварда Лоренцтің ғылыми мақаласы жарық көрді [4]. Мақалада алғаш рет жаратылыстанудағы жаңа бағыттың, яғни динамикалық хаостың негізі салынды. Лоренц жүйесінде бірінші рет траекторияның немесе процестің ретсіздігі анықталды. Кейінірек хаосты динамика Росселдің химиялық реакцияларының гипотетикалық моделінде, Чуаның электротехникалық моделінде, Магницкийдің макроэкономикалық моделдерінде және әр түрлі биологиялық – экологиялық модельдерде ашылды [5].

Лоренц моделінің аналогы ретінде стохастикалық күйде болатын диссипативті динамикалық жүйе ретінде тороидальды формалы ыдыстағы қыздырылған сұйықтың конвективті турбулентті қозғалысын алуға болады (Сурет 2).



2-сурет. Тороидальды формалы ыдыстағы қыздырылған сұйықтың конвективті турбулентті қозғалысы

Осы диссипативті динамикалық жүйені мынандай дифференциалдық теңдеулер жүйесімен сипатталады:

$$\begin{cases} \dot{x} = \sigma(y - x) \\ \dot{y} = -xy + \mu x - y \\ \dot{z} = xy - bz \end{cases} \quad (1)$$

Қарастырылып отырған Лоренц моделінде (1) үш белгісіз функция x(t), y(t), z(t) және бірнеше параметр бар. Осы параметрлер ішіндегі ең маңыздысы μ. Бұл параметр жайлап өзгерген кезде динамикалық жүйе *аттракторының* типін өгертеді.

Аттрактор (ағыл. *attract* - өзіне тарту) - динамикалық жүйенің фазалық кеңістігіндегі жиын. Уақыт шексіздікке ұмтылғанда фазалық кеңістіктің барлық нүктелері осы жиынға қарай ұмтылады. Аттрактор ретінде өзіне тартатын қозғалмайтын нүкте (ауаның кедергісінде тербелетін математикалық маятниктің тепе-теңдік жағдайға ұмтылуы), периодты траектория (оң кері байланыс жағдайындағы тербелмелі контурдағы электр тербелісінің өздігінен пайда болуы) және орнықсыз траекториялары бар кейбір шектелген аймақ (ерекше аттрактор (странный аттрактор)) [6].

μ-дің бір шамасында жүйе орнықты шекті нүктеде болса, екінші бір мәнде μ^* ($\mu^* \geq \mu$) жүйе кездейсоқ шешімге ие болады. μ^* - мәнін биффуркациялық мән дейді.

2. Лоренц моделінің сандық шешімдері

Фазалық кеңістіктегі *бифуркация нүктесінде* динамикалық жүйе флуктуацияға қатысты орнықсыз күйге көшеді де анықталмағандық туады: жүйе хаосты күйге көшеді немесе жаңа, жоғары реттілік деңгейге ауысады.

(1) теңдеулер жүйесі үш кәдімгі дифференциалдық теңдеуден тұрады. Демек бізге үш белгісіз функцияларды табу керек. Ал Лоренц моделінің фазалық портреті үш өлшемді кеңістікте орналасады. Төменде Лоренц моделінің, немесе (1) теңдеудің шешімі берілген. Лоренц моделі MathCAD пакеті көмегімен есептелген (Листинг 1).

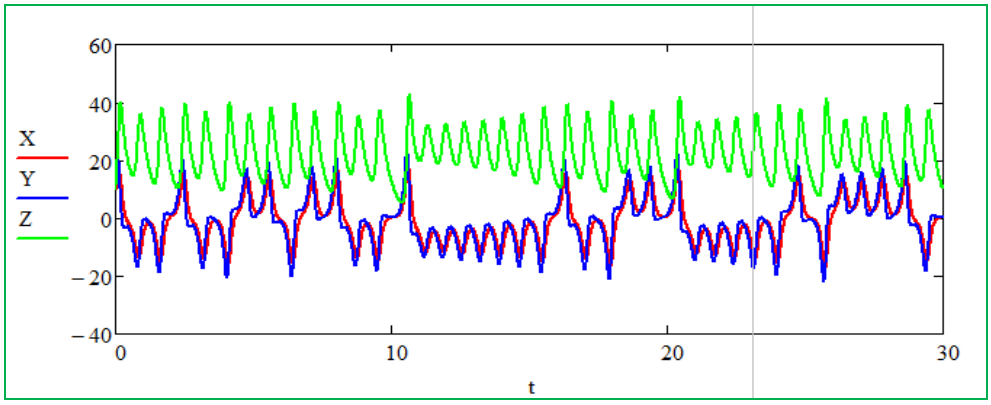
$\sigma := 10 \qquad b := \frac{8}{3} \qquad \mu := 27$

$y_0 := \begin{pmatrix} 10 \\ 10 \\ 10 \end{pmatrix} \qquad F(t, y) := \begin{pmatrix} \sigma \cdot y_1 - \sigma \cdot y_0 \\ -y_0 \cdot y_2 + \mu \cdot y_0 - y_1 \\ y_1 \cdot y_0 - b \cdot y_2 \end{pmatrix}$

$t_0 := 0 \qquad t_1 := 30 \qquad N := 2000 \qquad D := \text{rkfixed}(y_0, t_0, t_1, N, F)$

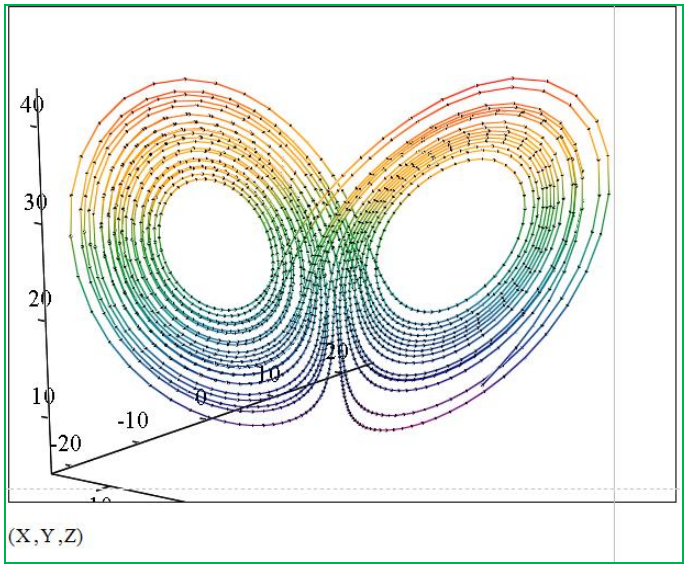
$t := D^{\langle 0 \rangle} \qquad X := D^{\langle 1 \rangle} \qquad Y := D^{\langle 2 \rangle} \qquad Z := D^{\langle 3 \rangle}$

Листинг 1 – Лоренц моделі



3-сурет. Лоренц теңдеулер жүйесінің жүйесінің шешімі

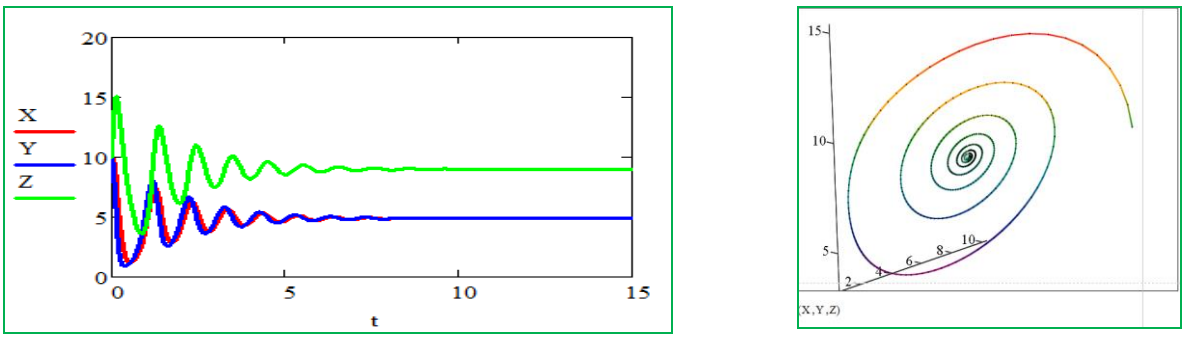
4 суретте μ = 27, σ =10, b=8/3 болған жағдайдағы (1) теңдеулер жүйесінің шешімі көрсетілген. Бұл шешімді *ерекше аттрактор*, немесе *Лоренц аттракторы* деп атайды.



4-сурет. Фазалық кеңістіктегі Лоренц аттракторы

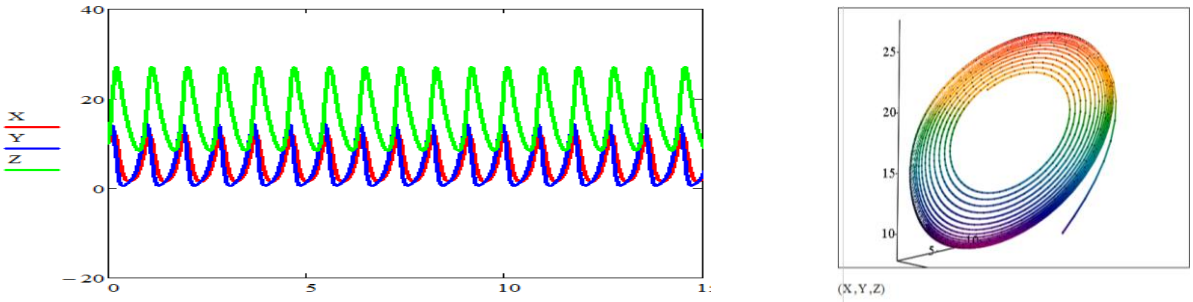
Фазалық кеңістіктегі динамикалық жүйе күйінің траекториясының тәртібін зерделесек (Сурет 4), мынаны байқаймыз: а) траектория фазалық кеңістіктегі шектелген бір аймаққа ұмтылады; б) траекторияның қозғалыс бағыты ретсіз, яғни бір орам оңға, бірнеше орам солға, сонан кейін тағы да оңға және т.с.с.; в) траектория бастапқы шарттардың өте аз өзгерісіне аса сезімтал. Егер (10,10,10) бастапқы шартына өте жақын шартты қабылдасақ, шешім де басқаша болатына компьютерлік эксперимент көмегімен көз жеткізуге болады.

Ерекше аттрактор түріндегі Лоренц моделінің шешімі параметрлердің белгілі бір жиынтығында пайда болады. Егер μ = 10 болса, ал басқа параметрлер өзгермесе, онда 5 суреттегідей Лоренц моделінің шешімін аламыз. Бұл жағдайда аттрактордың рөлін фокус атқарады.

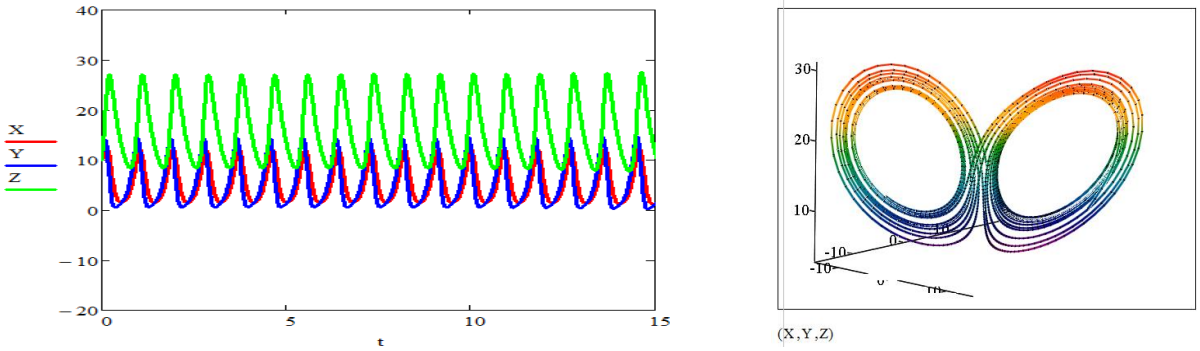


5-сурет. μ = 10 болған кездегі Лоренц моделінің шешімдері

Компьютерлік эксперименттер көмегімен μ = 19,698 болған кезде Лоренц моделі ерекше аттракторға айналатынына көз жеткізуге болады.



6-сурет. μ = 19,697 болған кездегі Лоренц моделінің шешімдері



7-сурет. - μ = 19,698 болған кездегі Лоренц моделінің шешімдері

μ = (19,697÷19,698), σ =10, b=8/3 параметріндегі күйді динамикалық жүйенің бифуркация нүктесі деп атайды. Лоренц моделіндегі бифуркация нүктесінің физикалық мағынасы мынада: осы нүктеде сұйықтың ламинарлық ағыны кенет турбулентті ағынға ауысады [7-9].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Жанабаев, З. Ж., Иманбаева А. К., Алмасбеков Н. Е. Компьютерное моделирование в радиофизике и электронике - Алматы : Қазақ ун-ті, 2005. - 143 с.

[2] Шустер Г. Г., Детерминированный хаос, пер. с англ., М., 1988 - 253 с.

[3] Заславский Г.М., Сагдеев Р. З. Введение в нелинейную физику: От маятника до турбулентности и хаоса. — М.: Наука, 1988. — 368 с.

[4] Lorenz E.N. Deterministic Nonperiodic Flow//J.AtmosSci.1963. V.20.P.130–141.

[5] Магницкий Н. А., Сидоров С. В. Новые методы хаотической динамики. М.: УРСС, 2004. 320 с.

[6] https://ru.wikipedia.org/wiki

[7] Лоскутов А. Ю. Очарование хаоса // УФН. — 2010. — Т. 180. — С. 1305—1329.

[8] Кузнецов С. П.,. Динамический хаос (курс лекций). — М: Физматлит, 2006.- 496 с.

[9] Chirikov B. V., A universal instability of many dimensional oscillator systems, "Phys. Repts", 1979, v. 52, p. 265;

Мукушев А.Б., Мукушев Б.А., Омарова Н.М., Нурбакова Г.С., Қожахмет Б.Қ.

Исследование стохастических явлений в диссипативных динамических системах численными методами

Аннотация: В статье изложены компьютерные методы исследования стохастических состояний диссипативных динамических систем. Стохастическое состояние диссипативной системы носит название динамического хаоса. При нем поведение нелинейной системы выглядит случайным и непериодическим. Были рассмотрены модель Лоренца, характеризующая стохастики в гидродинамике.

Ключевые слова: Диссипативные системы, динамический хаос, модель Лоренца, аттрактор, бифуркация, ламинарный и турбулентный поток, пакет MathCAD.

ӘӨЖ 519.86; 336.763
МРНТИ 28.17.33; 06.73.45

[1]A.Mukushev, [2]B. Mukushev, [3]B. Prmantayeva, [4]G. Nurbakova, [4]S.Rustembayeva
([1]Financial Academy, Nur Sultan, Kazakhstan,
[2]Kazakh agro technical university named after S.Seifullin, Nur Sultan, Kazakhstan,
[3]Eurasian National University L.Gumilev, Nur Sultan, Kazakhstan,
[4]Kazakh national University. Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan)
E-mail: bazarbek1@rambler.ru

STUDY OF THE FINANCIAL PYRAMID ACTIVITY THROUGH NUMERICAL MODELS

Abstract: The relevance of the article is as follows: a study of the activities of financial pyramids from the position of financial mathematics, economics and computer science.

The purpose of the article is to reveal the mechanism of existence of financial pyramids. Analysis of the dynamics of changes in their parameters on the basis of interdisciplinary research.

The objectives of the article are as follows: Studying the activities of the financial pyramid of "MMM"; to create a numerical model of the financial pyramid through the MathCAD application package; to study the dynamics of the parameters of the financial pyramid through the methods of financial mathematics. The research methods are the following: interdisciplinary approach, numerical method, mathematical and computer modeling, analysis and synthesis, generalization of results.

The results of the research: the authors analyzed the financial activities of commercial structures (banks, firms, etc.), a numerical model of the financial pyramid was created; the conditions for the development and collapse of the financial pyramid are defined.

Discussion and conclusions: The numerical model approximates the basic mathematical regularities of the financial pyramid. One of the popular types of financial pyramid of "MMM" was investigated. This financial project developed and collapsed according to the model of the financial pyramid.

Keywords. Financial pyramid, issue of securities, the application package of MathCAD, the bankruptcy of the financial pyramid, financial mathematics.

[1]А.Б Мукушев, [2]Б.А.Мукушев, [3]Б. Прмантаева, [4]Г.С.Нурбакова, [4]С.Б.Рустембаева
([1]Қаржы академиясы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан Республикасы,
[2]С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан,
[3]Л.Гумилева атындағы Евразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан,
[4]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

ҚАРЖЫ ПИРАМИДАСЫНЫҢ ІС-ӘРЕКЕТІН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕР КОМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Мақаланың өзектілігі мынада: қаржы пирамидасының іс-әрекеті қаржы математикасы, экономика және компьютерлік ғылымдар тұрғысынан зерттелді.

Мақаланың мақсаты: қаржы пирамидасының пайда болу механизмін ашу және әр түрлі ғылымдар тұрғысынан оны сипаттайтын параметрлердің өзгеру динамикасын зерттеу.

Мақаланың міндеттері: Қаржылық пирамида АО «МММ»-нің іс-әрекетін талдау; MathCAD ортасында қаржылық пирамиданың сандық моделін жасау; қаржылық пирамиданы сипаттайтын параметрлердің динамикасын қаржылық математика әдістері көмегімен зерттеу.

Зерттеу әдістері: әр түрлі ғылымдар әдістері,сандық әдіс, математикалық және компьютерлік модельдеу, анализ және синтез, нәтижелерді жалпылау.

Зерттеу нәтижелері: авторлар әр түрлі комерциялық құрылымдардың (банкілер, фирмалар және т.б.) қаржылық іс-әрекеттерін талдады; бағалы қағаздарды шығарып сатумен айналысатын қаржылық пирамидалардың сандық моделін құрды; қаржылық пирамидалардың пайда болуы, дамуы және жойылуының шарттарын анықтады.

Түйін сөздер. Қаржылық пирамида, бағалы қағаздар эмиссиясы, MathCAD қолданбалы программалар пакеті, қаржы пирамидасының банкротқа ұшырауы, қаржылық математика.

Кіріспе

Қаржылық пирамида деп аталатын қаржылық құрылымдардың әрекет аясына миллиондаған адамдар ілігіп және олардың барлығы дерлік аса үлкен ақшаларынан айырылғанымен жыл сайын әлемнің әр түкпірінде пайда болатын үлкенді-кішілі халықты шығынға батыратын қаржылық мекемелердің (фирмалардың, компаниялардыңжәне т.б.) саны азаймай отыр. Соңғы он жыл ішінде Қазақстан Республикасының әр жерінде ірілі-ұсақты ондаған қаржылық пирамидалар белсенді жұмыс жасады және күйреп те үлгерді [1-4].

Жалпы айтқанда, қаржылық пирамидалардың іс-әрекетінен тек адамдар ғана жапа жегіп қоймайды, сонымен қатар сол елдің экономикалық жағдайы да төмендейді. Халықтың мемлекеттегі басқа қаржылық институттарға сенімі азаяды. Адамдар артық ақшаларын банкілерге салуға, әр түрлі акциялар мен бағалы қағаздар сатып алуға асықпайды. Сөйтіп кез-келген елдің экономикасында үлкен рөл атқаратын инвестиция көлемі күрт азайып кетеді.

Қаржылық пирамида жұмыс жасаған кезде жеке адамдардың (инвесторлардың) қаражаттары «өте үлкен пайда» келтіретін жалған жобаларға тартылады және инвесторларға «осы пайданың» қомақты бөлігі дивидент ретінде беріліп отырады деген келісім жасалады. Көбінесе мұндай жобалар ешқандай пайда әкелмейді және бастапқы инвесторларға дивидент соңғы инвесторлардың қаражаттары есебінен беріледі. Сөйтіп белгілі бір уақыт өткеннен кейін аталған қаржылық құрылым банкротқа ұшырайды және инвесторлардың көпшілігі қаражаттарынан айырылады.

Қаржылық пирамида субъектісіне қаржы заңдарын өрескел бұзған кейбір комерциялық банктер, жеке компаниялар, акционерлік қоғамдар, микрокредиттік ұйымдар және т.б. мемлекеттік

емес қаржылық құрылымдар жатады.

Біз құнды қағаз шығаратын қаржы пирамидасының іс-әрекетін зерттедік.

1 Коммерциалдық құрылымдардың қаржылық іс-әрекеті

Кез келген елдің экономикасының дамуы сол елдің қаржы жүйесінің құрылымының беріктігіне тікілей байланысты. Қаржы жүйесі ішінен банкілердің жұмыс жасау принципімен танысайық.

Кез келген елдің банк жүйесі үш қаржылық тұғырға орналасқан. Бұл тұғырлар мыналар:

1. *Банкінің несиелік жүйесі*. Егер жыл басында жеке тұлға (клиент) 100 теңге алса, жыл соңында $100+N_1$ теңге қаржыны банкіге қайтару керек. N_1 санының процент түріндегі көрінісін банкінің несиелік ставкасы деп атайды. Мысалы үшін қазіргі уақытта Қазақстандағы ірі банкілердің несиелік ставкасы 20% маңайында. Жеке тұлға банкімен бір жылға келісім шарт жасасып, жыл басында 100000 теңге алса, жыл соңында 120000 теңге қаржыны банкіге қайтару керек.

2. *Жеке және заңды тұлғалардың депозитік пайдасы*. Жеке немесе заңды тұлға банкіге 100 теңге салса жыл соңында банкіден $100+N_2$ ақша ала алады. N_2 – нің процент түріндегі көрінісі банкінің депозиттік ставкасы деп аталады. Еліміздегі банкілердің көбінің депозиттік ставкасы 12% маңайында.

Осы екі ставкалардың айырымы болса, яғни $N_1 > N_2$ орындалса банк пайдамен жұмыс жасай алады.

3. *Инфляцияның жылдық мөлшері.* Инфляция нәтижесінде жылдың басында 100 теңге тұратын «зат» орта есеппен N_3 теңгеге қымбаттайды. N_3 – санының процент түріндегі көрінісі елдегі инфляция мөлшерін анықтайды. Жеке тұлғалардың ақшаларын үйде ұстамай банкіге өткізуіне басты себепкер де осы инфляция еді. Шындығында егер жеке тұлға ақшаны үйде ұстаса онда оның ақшасы жыл басымен салыстырғанда құнсызданады, сатып алу қабілеті төмендейді, өйткені жыл соңында «затты» қымбат бағаға сатып алуға тура келеді. Банкінің несиелік ставкасының жоғары не төмен болуы да осы инфляция мөлшеріне байланысты.

Елде қалыпты экономикалық жағдай орнаған кезде инфляция мөлшері аз болады және банкінің несиелік ставкасы да төмен болады. Ал жеке тұлғаның депозиттік пайдасы мынандай коридорда болады (бұл коридор өте тар болу керек):

$N_1 > N_2 > N_3$

Егер инфляция күрт үдей түскен жағдайда (1992 -1998 жылдар аралығындағы еліміздегі экономикалық жағдайды еске түсіріңіз, инфляция мөлшері 1000% -ті құраған жылдар да болған еді) көптеген адамдар кейбір банктер немесе басқа да қаржы орталықтарының ұсынған өте жоғары депозиттік процентіне сенеді де қаржыларын осы құрылымдарға сала бастайды. Депозитивтік процент мөлшері инфляция мөлшерінен артық болуына көптеген адамдар назар аудармайды. Өйткені олар үшін $N_2 > N_3$ принципі орындалып тұр. Ал кейбір қаржы құрылымдары (банктер, құнды қағаздар, акциялар шығару орталықтар және т.б.) кредит беруді тоқтатады да (бере қалса кредиттің проценті өте үлкен болуы тиіс, әрине ондай кредитті ешкім алмайды) банкіге депозиттік үлкен процентке «басы айналған» жеке тұлғалардың қаржыларын жинаумен шұғылданады.

Сөйтіп қаржы орталығы «қаржылық пирамидаға» айналады. Елімізде үлкен қаржылық дау-дамай жасаған Валют-Транзит-банктің қаржылық іс әрекетінен «қаржылық пирамиданың» нышанын аңғару қиын емес.

2 Сандық модель көмегімен пирамиданың қаржылық дамуын және күйреуін зерттеу

Осындай акция сату және сатып алумен шұғылданған бір қаржы орталығының іс-әрекетін сандық модель көмегімен зерттейік. Сандық модельдер ішінен біз Mathcad қолданбалы программалар пакетін таңдап алдық [5-7]. «Қаржылық пирамиданың» даму динамикасын сипаттайтын уақытқа (D) тәуелді төмендегідей айнымалылар енгізейік: M – «пирамиданың» капитал мөлшері, NK – акция сатып алған адамдардың сол күнгі саны, SNK – акция сатып алған адамдардың сол күнге дейінгі жалпы саны.

P(D) және K(D) функцияларда акциялардың сату және сатып алу курсының өзгеру динамикасы енгізілген (екі жақты котировка).

$$P(D)=105+2\cdot(D-1); \qquad K(D)=100+2\cdot(D-1)$$

«Пирамида» номинал бағасы 100 тенге ал сатылу курсы P ал сатып алу курсы K болатын акциялар шығарғанын жарияласын. Сонда уақыттың (уақыт бірлігі – 1 күн) өтуіне байланысты акциялардың сату және сатып алу курстары әр күнге сәйкес 1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – **Акцияның сату және сатып алу курсы**

Сипаттама	**Мәндер**							
Акцияның эмиссиясы басталған уақыттан бергі өткен күндер	1	2	3	...	51	...	365	...
Сату (тенге)	105	107	109		205		833	...
Сатып алу (тенге)	100	102	104		200		828	...

Таблицадан әрбір сатылып алынған акция 100 тенге номинал бағасымен салыстырғанда жыл соңында (828 - 105) = 723 пайыз дивидент береді. Егер инфляция мөлшері үлкен болса адамдар мұндай орасан үлкен дивидентке сенеді және «пирамида» өсе береді. Бірақ адамдарда дегенмен «пирамиданың» құрып кетуі мүмкін деген қорқыныш та болады. Сол себепті олар ақшаларын бір немесе одан да көп жылға емес, шамалы уақытқа ғана береді (орта есеппен 50 күнге берсін). Акцияны сатып алу және сату аралығындағы уақытты **Уақыт** айнымалысымен белгілейік. Қолында акциясы бар адам уақыт өткен сайын «пирамида» құлап қалар ма екен деген қорқынышын баса отырып, әр акциясы қанша пайда әкелгенін іштей есептейді және қуанады.

NK(акция сатып алғандар саны) және NP(акциясын сатып жібергендер саны) шамалары төмендегіше есептеледі: D – сыншы күнгі шама белгілі болса D+1 күнгі шама есептеледі.

«Пирамида» жасалып жатқан қалада 1 миллион халық тұрсын (N айнымалы). Олардың барлығы жоғарыда таблицада келтірілген акция курсы жөнінде хабардар болады да адамдар арасында белгілі дәрежеде ажиотаж басталады. Осы ажиотажды математика тілімен былайша жазуға болады: белгілі бір күнде сатылған акция саны (NK) мен жалпы сатылған акция саны (өткен күндері сатылған акция саны NK-нің суммасы, немесе SNK) және әлі де акция сатып алмаған адамдар (N шамадан SNK алып тастаймыз).

Белгілі бір күні акция сатып алған адамдардың саны қаладағы сатылған акция саны мен әлі акция сатып алмаған адамдар санының көбейтіндісіне тура пропорционал. Ал пропорционалдық коэффициенті (оны біз шартты түрде ажиотаж коэффициенті деп аталық) көптеген факторларға тікілей байланысты: инфляция мөлшеріне, рекламаға, басқа «пирамидалардың» паралель өмір сүруіне, бұрынғы күйреген пирамидалар жөніндегі ақпараттың мөлшеріне және т.б. оқиғаларға тәуелді болады.

Акцияны сатып алушылар толқынына кейін акцияларын сатушылар толқыны басталады. Акциясын сатып үлгіргендер өздерінің ақшаларын қайтарады және дивиденттерін алады. Біздің модель қарапайым болғандықтан акция сатушылардың «толқыны» оны сатып алушылар «толқынынан» **уақыт** айнымалысында көрсетілген күн санына тең уақытқа қалып отырады.

Демек $NP_{D+1} = 0$, егер $D \leq$ уақыт

$NP_{D+1} = NK_{D-\text{уақыт}}$, егер D> уақыт

$NK_1 := 10$ Бірінші күні акция сатып алған адамдар саны

$SNK_1 := 0$ Бірінші күні акция сатып алған адамдардың жалпы саны

Бастапқы капитал

$\max(NK) = 10$

$P(D) := 105 + 2\cdot(D - 1)$ D – сыншы күнгі акцияның сатукурсы

$K(D) := 100 + 2\cdot(D - 1)$ D – сыншы күнгі акцияның сатыпалукурсы

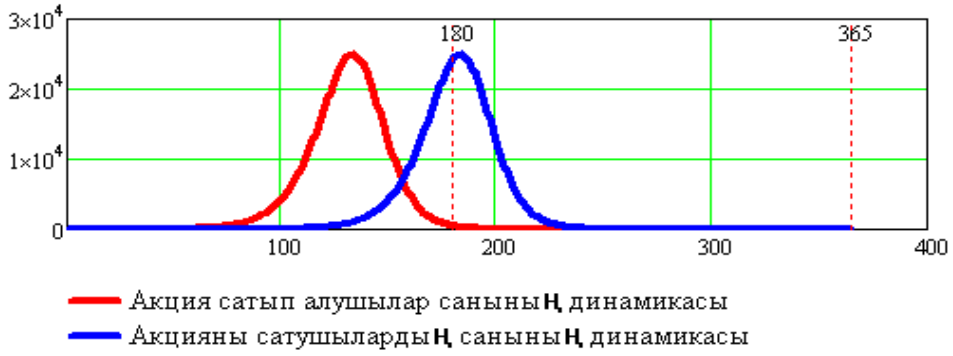
Бірінші күнгі кіріс $MMM_1 := M_1$

$D := 1..365$ Жылдағы күндер

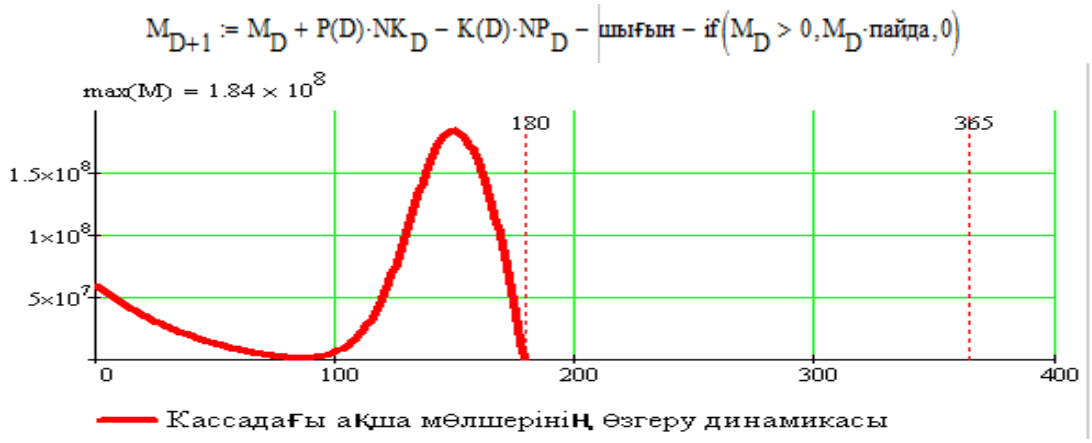
$$\begin{pmatrix} NK_{D+1} \\ SNK_{D+1} \end{pmatrix} := \begin{bmatrix} k\cdot(N - SNK_D)\cdot SNK_D \\ SNK_D + NK_D \end{bmatrix}$$

$NP_D := \text{if}(D \leq \text{уақыт}, 0, NK_{D-\text{уақыт}})$

1-сурет. Қаржылық пирамиданың іс-әрекетін сипаттайтын Mathcad ортасында жасалған программа



2-сурет. Қаржылық пирамидаға қатысушылардың санының уақытқа байланысты өзгерісінің графигі



3-сурет. Пирамида кассасындағы қаражаттың өзгеру динамикасы

«Пирамиданы» ұйымдастырушылардың бүгінгі (D) күнгі пайдасы белгілі болса және акциялар курсы, оларды сатып алу және сату мөлшері белгілі болса ертеңгі күні (D+1) ұйымдастырушылардың шоттарында (M) қанша ақша болатынын есептеп шығаруға болады:

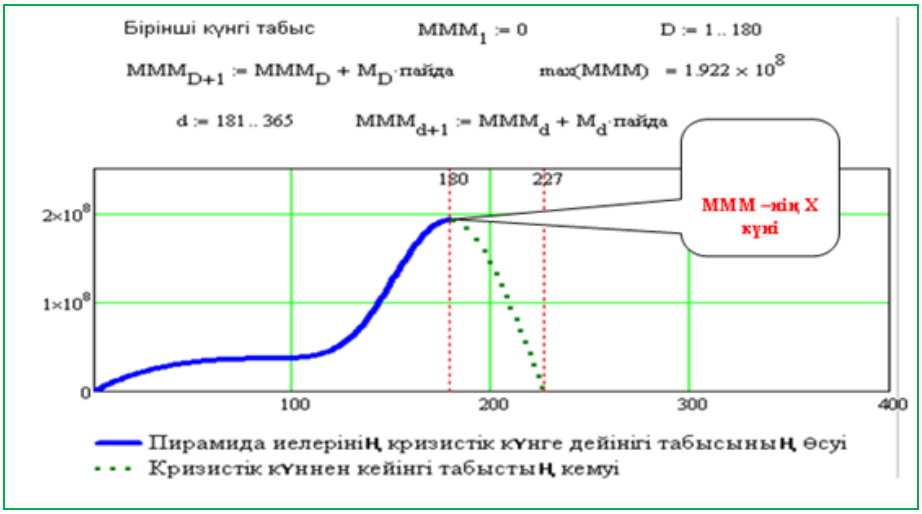
$$M_{D+1} = M_0 + NK_D \cdot K(D) - NP_D \cdot P(D)$$

Акцияларды сатып алған адамдар кассаға ақша әкеледі. Ал акциясын өткізушілер кассадан ақшаны әкетеді. Алайда кассадағы ақшаны ала алатын тағы бір адам бар, ол – «пирамиданы» ұйымдастырушы. Ұйымдастырушы кассадағы ақша массасынан күн сайын пайда түріндегі ақша мөлшерін алып отырады. Ол ақша мөлшері

пайда · M_0

Әрине, егер (if) кассада ақша болса ғана пайда одан алынады. Ал нақты жағдайда кассадағы ақша мөлшері тез азаяды. Өйткені салық, күнделікті шығындар, реклама және т.б. шығын = 300000

Әлемдегі кейінгі он жыл ішіндегі қаржылық даму үрдісіне көз жіберсек экономиканың кейбір секторынан «қаржылық пирамиданың» нышанын байқауға болады. Әлемдік деңгейден мысал ретінде Америка Құрама Штаттарындағы ипотекалық қаржы жүйесінің күйреуін алуға болады. Ипотекалық банктердің арзан несиесі арқасында тұрғын үй бағасы әлем бойынша тез өсті. Экономикалық субъектілер және жеке адамдар тұрғын үйлерді онда тұру үшін емес, кейін үлкен пайдамен сатып жіберу үшін ала бастады. Ертерек сатқандар пайда тапты да кейінірек сатуды жоспарлағандар шығынға белшесінен батты. Өйткені тұрғын үй нарығында біріншіден қымбат, екіншіден өте көп мөлшердегі (сұраныстан ұсыныс көп) үй саны өте тез өсті. Сөйтіп орасан үлкен көлемдегі тұрғын үй нарықты қыса бастады. Ал ипотекалық банкілер өз несиелерін қайтара алмады. Оның есесіне экономикалық субъектілер және жеке адамдар кепілге қойып сатып алған үйлерін банкіге тапсыра бастады. Ал бұл ипотекалық қаржы орталықтарын күйретуге әкеліп соқты.



4-сурет. Пирамиданы ұйымдастырушылардың шотындағы қаражаттың өзгеру динамикасы

Қорытынды

Қаржылық пирамидалардың немесе тәуекелі үлкен қаржылық құрылымдардың іс-әрекеті қаржы математикасының негізгі нысандарының бірі болып табылады [8-9].

Біздің қарастырған сандық моделіміз қаржылық пирамидалардың негізгі параметрлерінің динамикасын сипаттай алады. Біз қаржы пирамидасын экономика, математика және компьютерлік ғылым тұрғысынан (сандық модель тұрғысынан) зерттей отырып жаңа нәтижелер алдық:

1. Қаржы пирамидасының өмір сүруіне қажетті орта және оның алғы шарттары айқындалды;
2. Қаржылық пирамидаға қатысушылардың санының уақытқа байланысты өзгерісінің заңдылықтары ашылды;
3. Пирамида касасындағы қаражаттың өзгеру динамикасы зерттелді;
4. Пирамида ұйымдастырушылардың шотындағы қаражаттың жинақталу заңдылығы анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Димитриада Г.Г. Математические модели финансовых пирамид // [Электронный ресурс] 2002. – URL: г. – http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/083.pdf.

[2] Коваленко А.В., Уртенов М.Х., Чагаров Р.Х. Математическое моделирование деятельности финансовой пирамиды. Часть 1. Основные понятия. // Научный журнал КубГАУ. - 2012. - №08(82).

[3] Коваленко А.В., Уртенов М.Х., Чагаров Р.Х. Математическое моделирование деятельности финансовой пирамиды. Часть 2. Дискретные модели. // Научный журнал КубГАУ. - 2012. - №08(82).

[4] Blanchard, Olivier J. and Watson, Mark W., Bubbles, Rational Expectations and Financial Markets (July 1982). NBER Working Paper No. w0945. URL: https://ssrn.com/abstract=226909

[5] Салманов О.Н. Математическая экономика с применением Mathcad и Excel. - СПб: БХВ-Петербург, 2003. - 456 с.

[6] Очков В. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – Санкт – Петербург, 2007. – 360 с.

[7] Nelson F. Using mathcad to simplify uncertainty computations in a laboratory course // Computer Applications in Engineering Education. - 6 January 2014.- Volume 23, Issue 2.- Pages 250-257.

[8] Финансовая математика: Математическое моделирование финансовых операций. –Учебное пособие / Под ред. В.А.Половникова и А.И.Пилипенко. – М.: 2004. – 360 с.

[9] Малыхин В. И. Финансовая математика: Учеб. пособие для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 237 с.

Мукушев А.Б., Мукушев Б.А., Прмантаева Б., Нурбакова Г.С., Рустембаева С.Б.

Исследование деятельности финансовой пирамиды посредством численных моделей

Резюме. В статье изложены результаты исследования деятельности финансовых пирамид различных типов на основе междисциплинарного подхода (математика, экономика и компьютерная наука). Авторами анализирована финансовая деятельность коммерческих структур (банков, фирм и др.), создана численная модель финансовых пирамид (многоуровневая финансовая пирамида) и определены условия развития и краха финансовой пирамиды.

Ключевые слова. Многоуровневая финансовая пирамида, пакет прикладных программ MathCAD, банкротство финансовой пирамиды, финансовая математика.

ГРНТИ 55.30.31

[1]J. Dzhumamuhambetov, [1]A.M. Kazybekov, [2]S.S. Mussatay
([1]Kh.Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan)
([2]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

APPLICATION OF "ARDUINO" TECHNOLOGIES IN PHYSICS LESSONS

Abstract. The explanation of various physical laws and phenomena with the use of designed Arduino-based instruments increases students 'interest in programming, as well as contributes to a deeper understanding of the principle of operation of these devices. It has been shown that the use of programming skills in physics is of a learning nature. Special tools used in physical experiments are described in detail, the principle of their operation, based on written program code, is provided. An explanation is given of the operation of certain instruments representing a complex of different "Arduino" devices. A program of instruments and mechanisms was created by hand, and sufficient time was devoted to the reflection of physical laws. It is shown that when compiling code it is important to know by heart the syntax of the functions used and to be able to correctly draw up the program action plan, algorithm. Learning the programming language leads to better thinking logic. In program codes, which are an algorithm for physical devices, it is necessary to use physical formulas and laws. The application of "Arduino" technologies in physics lessons increases students 'interest in physics as well as instrument design.

Key words: devices, programming, Arduino, microcontroller, ultrasonic range-finder, display.

[1]Д. Джумамухамбетов, [1]А.М. Казыбеков, [2]С.С Мусатай
([1]Атырауский государственный университет имени Х.Досмухамедова, г.Атырау, Казахстан)
([2]Satbayev university , г. Алматы, Казахстан
E-mail: sanatsm@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ «ARDUINO» НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Аннотация. Объяснение различных физических законов и явлений с применением сконструированных приборов на базе «Arduino» повышает интерес учащихся к программированию, а также способствует более глубокому осмыслению принципа действия этих устройств. Показано, что использование навыков программирования в физике носит обучающий характер. Подробно описаны специальные инструменты, использующиеся в физических опытах, предоставлен принцип их работы, опирающийся на написанный программный код. Дано объяснение работы определенных приборов, представляющие комплекс из различных устройств «Arduino». Собственноручно создана программа приборов и механизмов, также было уделено достаточно времени на осмысление физических законов.

Показано, что при составлении кода важно знать наизусть синтаксис используемых функций и уметь правильно составлять план действий программы, алгоритм. Изучение языка программирования приводит к улучшению логики мышления. В кодах программы, являющихся алгоритмом для физических приборов, нужно использовать физические формулы и законы. Применение технологий «Arduino» на уроках физики повышает интерес учащихся к физике, а также к конструированию приборов.

Ключевые слова: устройства, программирование, Arduino, микроконтроллер, ультразвуковой дальномер, дисплей.

Введение

Актуальность данной темы исследования состоит в том, что конструирование приборов, находящих свое применение во время объяснения различных физических законов и явлений, не только повышает интерес учеников к программированию, но и способствует более глубокому осмысливанию принципа действия этих устройств. Программа под названием «Arduino» представляет собой приложение, позволяющее написать и компилировать код, который в свою очередь используется для программирования построенных устройств. Понятие «Arduino» не ограничивается лишь языком программирования, как например довольно широко использующийся «C++», и подразумевает под собой целую торговую марку, так как в мире выпускается много различных элементов, являющихся неотъемлемой частью при сборке механизмов [1]. Так называемым «стержнем» любых систем автоматики и робототехники в среде «Arduino» можно привести **печатную плату** (рис. 1) [2]. Печатная плата подключается к компьютеру через USB кабель, что необходимо для загрузки написанного кода и дальнейшего назначения функций тому или иному собранному объекту. Питание механизма осуществляется за счет вышеупомянутого

подключения к компьютеру или батареи. Отверстия на плате называются **выводами** (англ. - pin). Всего существует два вида: **аналоговые** и **цифровые**. Цифровые выводы используются в целях подключения тех устройств, параметры которых являются цифровыми значениями. В информатике таких значений всего два – «1» и «0». Соответственно, «1» означает, что прибор включен и напряжение действительно, а «0» дает информацию о том, что напряжения нет и прибор выключен. При написании программы используют слова **«HIGH»** (рус. -высокий) для «1» и **«LOW»** (рус. - низкий) для «0». В отличие от цифровых, аналоговые выводы предназначены для считывания данных с широким диапазоном. То есть, при выполнении этой функции пользователь получает не два обобщенных значения, как «1» или «0», а практически целое множество всевозможных значений, например, температуры, зависящих от предмета назначения датчика. Существуют также и **специальные выводы**. Самые главные из них: выводы **«5v»** и **«GND»** (GROUND). Вывод «5v» используется в качестве дополнительного источника напряжения, равного 5 вольтам. Вывод «GND» означает заземление, что говорит об его применении в целях снижения уровня напряжения и замыкания электрической цепи [3]. Программа «Arduino» предоставляет большое количество разных функций, необходимых для настройки тех или иных механизмов. Для непосредственного программирования аппаратов была создана специальная программная оболочка – **IDE** (Интегрированная среда разработки) [1].



Рис. 1.

Функция под названием **«void setup()»** нужна для инициализации системы. Благодаря ей, пользователь способен задать такие команды, которые выполняются платой, а точнее **микроконтроллером**, всего лишь один раз в момент загрузки кода в платформу. Прямо противоположная ей по свойствам функция **«void loop()»** необходима для выполнения команд бесконечное количество раз. То есть, когда плата считает все команды, написанные в этом блоке, она вернется в самое начало и продолжит совершать их заново. Эти две функции являются фундаментальными и ни один код без них не обходится [4]. Цель данного исследования – подробно описать устройства, которые применяются для показательной части объяснения физических законов и экспериментов. От обычных они отличаются как внешними, так и внутренними характеристиками и по сути представляют примеры автоматики, полностью собранных из деталей «Arduino». Таким образом, исследование не только носит обучающий и ознакомительный характер, но и демонстрирует использование навыков программирования в, казалось бы, в неожиданной сфере науки – физике.

Исследовательская часть

Дальномер (рис.2) – устройство, с помощью которого определяют расстояние до интересующего объекта. Метод нахождения дистанции сравнительно прост (рис.3): посылая звуковой или световой сигнал, испытатель в состоянии узнать расстояние, путем умножения времени, затраченного сигналом на преодоление промежутка и его обратное возвращение, на скорость звука или света [5].

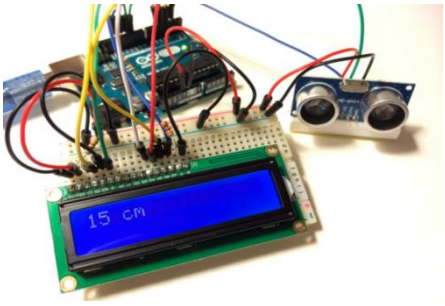


Рис. 2. Дальномер

Для этого устройства был использован специфический прибор – **ультразвуковой датчик измерения расстояния**, или же **ультразвуковой дальномер** (На изображении справа). Принцип его работы практически не отличается от других, свойственных обыкновенным дальномерам. В самом начале прибор посылает ультразвуковой сигнал и начинает отсчет времени, заканчивая процесс после получения отраженного звука от объекта, то есть эха. Как можно догадаться, расстояние составляется схожим методом. Датчик оснащен 4 электрическими контактами (Рис. 4): контактом заземления, контактом для подачи сигнала – **«Trig»**, для его получения - **«Echo»**, контактом для подключения напряжения. Также есть две встроенные колонки, которые как раз и питаются электричеством за счет контактов «Trig» и «Echo». Так, колонка, находящаяся со стороны выхода «Trig», излучает сигнал, а противоположная, то есть со стороны «Echo», наоборот, принимает его (рис.3). Стоит отметить, что некая погрешность в результатах все же существует, так как датчик не в состоянии изменить метод вычисления, опираясь на скорость распространения звука в определенной среде, и поэтому прибегает к усредненным значениям [6]. Чтобы выводить расстояние, не прибегая к помощи монитора компьютера, было использовано еще одно специальное устройство – **жидкокристаллический дисплей** (на изображении внизу). Этот прибор обладает 16 контактами, из-за такого большого количества была использована **макетная плата (**рис.4**)**. Она используется для создания электрических цепей, посредством соединения отдельных объектов и резисторов проводами [7]. Существуют две секции, маркированные 5 буквами и числами от 1 до 30. Каждое число отвечает за ряд, состоящий из 5 выводов, которые, в свою очередь, являются связанными между собой.

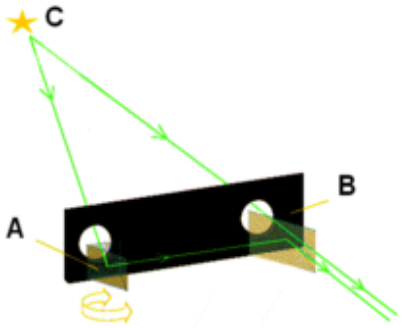


Рис. 3. Схема оптического дальномера. С - объект, А и В – объективы дальномера.

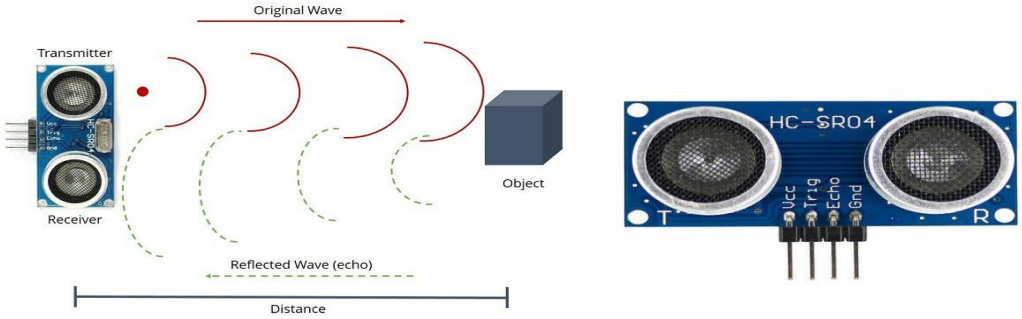


Рис. 4. Принцип работы датчика и его внешний вид

Это значит, что ток будет беспрепятственно протекать от одного вывода к другому. Таким образом, для построения цепи нужно убедиться, что провода подключены к одним и тем же рядам. Существуют также специальные ряды выводов, обозначенные знаками «+» и «–». Красная и синяя полосы указывают на их длину – такие ряды преимущественно содержат в себе целых 25 выводов и в то же время также дают возможность соединения элементов цепи при недостаточности длины проводов. Почти всегда эти ряды на макетной плате используются для дополнительного напряжения и заземления цепи [8]. Во многих случаях электрические цепи содержат в себе **резисторы** (рис.5) для поддержания безопасного уровня напряжения. Каждый тип имеет определенную расцветку, которая отвечает за способности этого типа к сопротивлению. Элементы «Arduino», о которых говорилось ранее, почти всегда находят свое применение во время создания устройств [9]. То есть, при

необходимости использования приборов разного назначения, как, например, ранее упомянутого жидкокристаллического дисплея, резисторы и макетная плата пригодятся в любом случае.

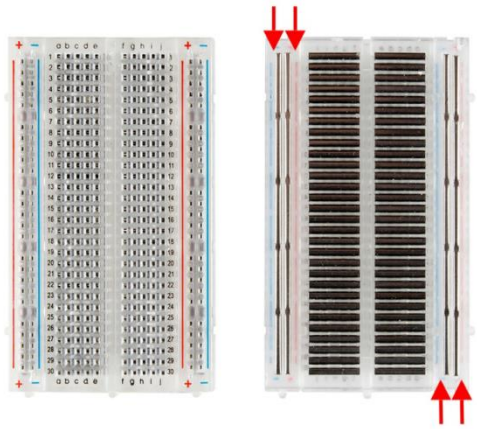


Рис. 5. Макетная плата. Вид сверху и вид снизу.

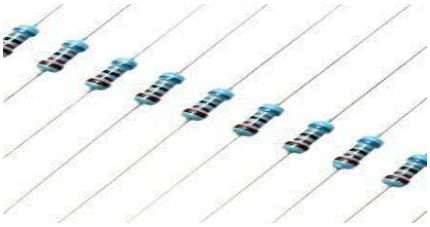


Рис. 6.

Жидкокристаллический дисплей (рис.7) – небольшой прибор, обладающий экраном, способным к отображению различных символов, чисел и букв. Как и в случае с ультразвуковым дальномером, потребуется подключение к дополнительному напряжению (5V) и выводу заземления. Одновременно с этим дисплей необходимо подсоединить к цифровым выводам. Это делается из-за того, что в случае с дисплеем необходимость получения различных данных отсутствует.



Рис. 7.

Для работы устройства достаточно задать параметры необходимого отображения информации, принимаемой от ультразвукового дальномера. Дисплей содержит 2 ряда с 16 ячейками в каждом. После обрабатывания и считывания написанной программы, на экране будет отображаться постоянный текст, уточняющий вид информации, например, «Расстояние:», после которого следует некая переменная информация, изменяющаяся в зависимости работы дальномера. Соответственно, первая часть текста является **вводимой (input)** информацией и представляет собой настройку пользователя, а вторая непостоянная информация является **выводимой** информацией **(output)** – данными, которые пользователь получает в итоге.

Пример кода дальномера:

```
1. #include <LiquidCrystal.h>
2. #define trigPin 10
3. #define echoPin 13
```

```
4.  LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
5.  void setup() {
6.  pinMode(trigPin, OUTPUT);
7.  pinMode(echoPin, INPUT);
8.  }
9.  void loop() {
10. float duration, distance;
11. digitalWrite(trigPin, LOW);
12. delayMicroseconds(2);
13. digitalWrite(trigPin, HIGH);
14. delayMicroseconds(10);
15. digitalWrite(trigPin, LOW);
16. duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
17. distance = (duration / 2) * 0.0344;
18. if (distance >= 400 || distance <= 2){
19. lcd.print("Out of range");
20. delay(500);
21. }
22. else {
23. lcd.print(distance);
24.
25. lcd.print(" cm");
26. delay(500);
27. }
28. delay(500);
29. lcd.clear();
30. }
```

В программной оболочке «Arduino» иногда является нужным использования **библиотек.** Библиотеки помогают расширить функциональность кода, так как зачастую содержат в себе большое количество полезных функций. Из-за разных направленности и узкой специализации библиотеки нужно загружать из специальных сайтов. Существует несколько видов библиотек и одна из них – библиотека для работы с жидкокристаллическим дисплеем. Первая строка – «**#include <LiquidCrystal.h>**» – нужна для подключения библиотеки и ее дальнейшего использования программой. Вторая и третья строки с функцией «**#define**» указывают на расположение контактов «trig» и «echo» ультразвукового относительно цифровых выводов. То есть, контакт «trig» подключен к выводу под номером 10, в то время как контакт «echo» подключен к выводу под номером 13 [10]. Четвертая строка используется для определения кодом выводов, подключенных к дисплею. Шестая и седьмая строки несут в себе цель описать принцип действия посредством функции «**pinMode**». Как было сказано ранее, слово «output» означает выводимую информацию, в данном случае сигнал, отправляемый колонкой «trig», а слово «input» - вводимый сигнал, который после преодоления пути уже не посылается, а, наоборот, считывается дальномером. В синтаксисе языков программирования, в том числе и «Arduino», необходимо задать параметр определения применяемых чисел. Английское слово «**float**», что переводится как плавающий, в этом контексте применяется к запятой и означает десятичное число. В десятой строке подразумевается, что количество времени, потраченного сигналом на расстояние, а также это самое расстояние не обязательно будет строго целым числом и потому, не должно быть округлено программой. В одиннадцатой, тринадцатой и пятнадцатой строках функция под названием «**digitalWrite**» отвечает за подачу напряжения, равного 5 вольтам, в зависимости от параметров пользователя. Если в одиннадцатой строке «LOW» означает отказ от подачи, то в тринадцатой слово «HIGH» говорит о требовании подключения напряжения [11]. Функция «**delay**» (англ. – задержка) нужна для временной приостановки совершения команд платформой. То есть команда – «**delayMicroseconds(2)**» – дает программе указание остановить выполнение кода на 2 микросекунды. Получается, что когда микроконтроллер будет считывать строки с 11 по 15, то сначала напряжения контакту «trig» он подавать не будет. Через 2 микросекунды микроконтроллер подаст напряжение и будет делать это следующие 10 микросекунд, а потом отключит подачу. Слово «pulse» можно перевести как сигнал, а функция «**pulseIn(echopin, HIGH)**», расположенная в строке 16, сначала дожидается момента, когда указанный вывод

(«echopin») перейдет во введенное состояние «HIGH», отсчитывает время и заканчивает отсчет в момент остановки подачи напряжения к выводу «echo». Фактически, зафиксированное время – это время работы колонки, принимающей сигнал. Поэтому такое время можно трактовать как некий промежуток времени (**duration**), за которое посланный сигнал проходит расстояние (**distance**). В семнадцатой строке число 0.0344 является постоянной скоростью, и, чтобы задать параметры нахождения дистанции до объекта, нужно разделить время на 2, в противном случае полученное расстояние будет равняться двум искомым. Функция «**if**» в строке 18 дает объяснение программе относительно действий, выполняемых при определенном условии. В данном коде указывается, что если расстояние будет больше 4 метров или же меньше 2 сантиметров (distance >= 400 || distance <= 2), то вместо значения, дисплей будет отображать слово «Out of range» (рус. – вне диапазона).

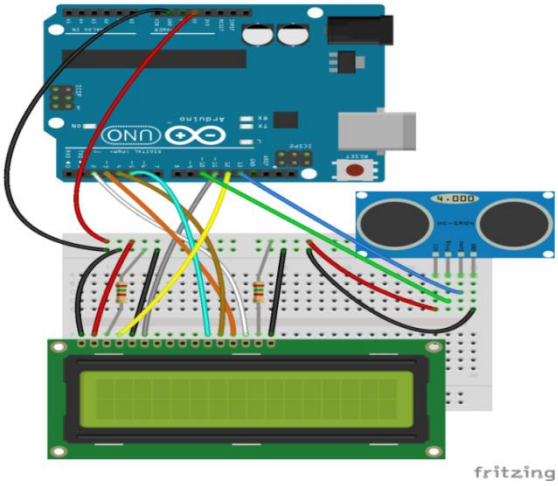


Рис. 8. Схема ультразвукового дальномера

Такая функция будет считываться при соблюдении условия, и по причине того, что эта функция сама по себе представляет некоторый алгоритм действий, этот алгоритм будет заключен в фигурные скобки, как и во многих языках программирования. Функция «**else**» (рус. - иначе) означает команду, которую необходимо выполнить в случае несовпадения условий в функции «if». Тогда, если найденное расстояние находится во множестве от 2 сантиметров до 4 метров, то дисплей выводит на экран это переменное значение, а затем единицу, сантиметр, которая задается пользователем и является постоянным текстом. Последняя функция, «lcd.clear()», очищает экран дисплея, чтобы освободить место для дальнейших значений [12].

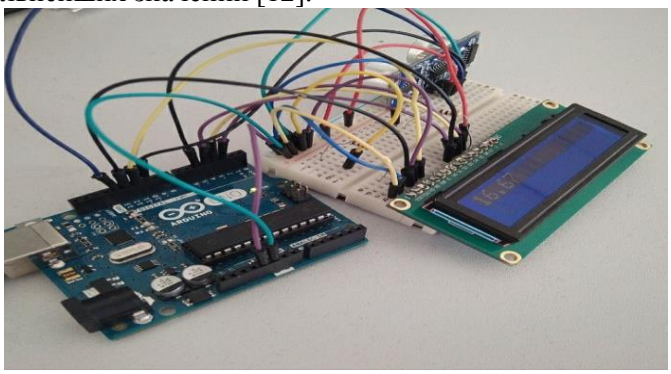


Рис. 9. Пример собственного дальномера

ВЫВОДЫ

Программа "Arduino" широко связана с физической темой, электричеством, так как всегда используется при создании электрических цепей. Среди деталей "Arduino" присутствует множество датчиков и модулей, позволяющих улавливать те явления, что в большинстве случаев описываются с точки зрения физических наук. Например, существуют сенсоры давления, влажности, температуры, освещенности. Из них, а также из более специфических деталей возможно собрать самые разные

устройства, а в некоторых случаях - изобрести их. Хоть "Arduino" и представляет собой обособленную торговую марку, компоненты плат не отличаются столь узкой специализацией, а потому могут быть приобретены в большинстве магазинов страны. При составлении кода важно знать наизусть синтаксис используемых функций и уметь правильно составлять план действий программы, алгоритм. Поэтому изучение языка программирования улучшает логику. В кодах программы, являющихся алгоритмом для физических приборов, нужно использовать физические формулы и законы, поэтому можно сказать, что пользователи будут дополнять свои знания в естествознании. Само по себе исследование нуждается в дальнейшем углублении в тему, так как количество датчиков и сенсоров не только велико, но и сами компоненты позволяют комбинировать их в собранных приборах, порождая тем самым множество устройств с большим количеством выполняемых задач.

ЛИТЕРАТУРА

[1] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino]
[2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino]
[3] [https://systop.ru/arduino/50-analogovye-i-cifrovye-piny-na-arduino.html]
[4] [https://forum.arduino.cc/index.php?topic=203395.0]
[5] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дальномер]
[6] [https://maker.pro/arduino/tutorial/how-to-make-an-arduino-uno-ultrasonic-range-finder]
[7] [https://en.wikipedia.org/wiki/Breadboard]
[8] [https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-use-a-breadboard/all]
[9] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Резистор]
[10] [https://doc.arduino.ua/ru/prog/Define]
[11] [https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalwrite/]
[12] [http://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-an-ultrasonic-range-finder-on-an-arduino/]

Джумамухамбетов Д., Казыбеков А.М., Мұсатай С.С.

"Arduino" технологияларын физика сабақтарында қолдану

Түйіндеме. “Arduino" негізінде құрастырылған аспаптарды қолдана отырып әртүрлі физикалық құбылыстар мен заңдылықтарды түсіндіру оқушылардың бағдарламалауға деген қызығушылығын арттырады, сонымен қатар осы құрылғылардың жұмыс істеу принципін одан да терең түсінуге ықпал етеді. Физикада бағдарламалау дағдыларын пайдалану оқыту сипаты болатыны көрсетілген.Физикалық тәжірибелерде пайдаланылатын егжей-тегжейлі сипатталған арнайы құралдар берілген және олардың жұмыс істеу принципі жазылған бағдарламалық кодқа негізделгені көрсетілген. "Arduino" әр түрлі құрылғылар кешені болып табылатын белгілі бір аспаптардың жұмысына түсініктеме берілген. Өз қолымен аспаптар мен механизмдердің бағдарламасы құрылды, сондай-ақ жеке заңдар ұғынуға жеткілікті уақыт аударылды.Кодын құрастырған кезде пайдаланылатын функциялар синтаксисін жатқа білу маңызды және бағдарламаның іс-қимыл жоспарын, алгоритмін дұрыс құрастырып білу керек екендігі көрсетілген. Бағдарламалау тілін оқу ойлау қабілетін жақсартуға алып келеді. Физикалық аспаптардың алгоритмі болатын бағдарламалау кодында физикалық формулалар мен заңдылықтарды пайдалану қажет. Физика сабақтарында "Arduino" технологияларын қолдану оқушылардың физикаға және аспаптар құрастыруға қызығушылығын арттырады.

Түйін сөздер: құрылғы, программалау, Arduino, микроконтроллер, ультрадыбыстық қашықты өлшегіш, дисплей.

УДК 517.51

A.A. Kalybay
(KIMEP University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: kalybay@kimep.kz)

ALTERNATIVE CRITERIA OF BOUNDEDNESS OF VOLTERRA TYPE INTEGRAL OPERATORS IN LEBESGUE SPACES

Abstract. For various applications, not only in mathematics, but also in applied problems, it is important to consider the properties of operators that map one space to another. One of such properties is the boundedness of operators. This problem can be reduced to the problem of finding characteristics for the validity of some inequalities. The paper considers a weighted Hardy-type inequality. During the last decades, Hardy inequalities have been studied, generalized and used in a huge number of papers and monographs. One of the generalization directions is to consider integral operators with different kernels instead of the Hardy operator. It is still an open question to characterize a

Hardy inequality with an integral operator without restriction on its kernel. In this paper, the kernel has a restriction, but it covers a wide class of kernels. Moreover, in the paper an alternative criterion for the validity of the presented inequality is found, which differs from a criterion of the Mackenhupt type.

Key words: Weight function, integral operator, boundedness, Hardy type inequality.

А.А. Калыбай
(Университет КИМЭП, г. Алматы, Казахстан, E-mail: kalybay@kimep.kz)

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ОГРАНИЧЕННОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ ВОЛЬТЕРРОВСКОГО ТИПА В ПРОСТРАНСТВАХ ЛЕБЕГА

Аннотация. Для различных применений не только в математике, но и в прикладных задачах важную роль имеет вопрос изучения свойств операторов, отображающих одно пространство в другое. Одним из таких свойств является вопрос об ограниченности этих операторов. Изучение данного вопроса сводится к нахождению характеристик для выполнения некоторого неравенства. В данной статье речь идет о выполнении весового неравенства типа Харди. В течение последних нескольких десятилетий неравенство Харди изучалось, обещалось и использовалось в огромном количестве статей и монографий. Одним из направлений для обобщения является рассмотрение вместо оператора Харди интегральных операторов с различными ядрами. До сих пор вопрос о характеризации неравенства Харди с интегральным оператором, на ядро которого не накладывается условие, является открытым вопросом. В данной статье условие на ядро накладывается, но оно охватывает достаточно широкий класс ядер. Более того, в данной статье найден альтернативный критерий выполнения представленного неравенства, отличающийся от критерия типа Макенхаупта.

Ключевые слова: Весовая функция, интегральный оператор, ограниченность, неравенство типа Харди.

Введение

Пусть $I=(0,\infty)$, $1<p,q<\infty$. Пусть u и v - локально интегрируемые неотрицательные функции на интервале I. Кроме того, предположим, что $v^{-p'}$ - локально интегрируема на интервале I, где $p'=\frac{p}{p-1}$. Пусть $L_{p,v}\equiv L_{p,v}(v,I)$ - весовое пространство Лебега с (квази)нормой $\|f\|_{p,v}=\|vf\|_p$, где $\|\cdot\|_p$ - обычная норма пространство $L_p(I)$ при $1<p<\infty$.

Рассмотрим весовое неравенство

$$\|Kf\|_{q,u}\le C\|f\|_{p,v} \tag{1}$$

для интегрального оператора

$$Kf(x)=\int_s^\infty K(x,s)f(s)ds,\ x>0. \tag{2}$$

Выполнение неравенства (1) означает ограниченность оператора (2) из пространства $L_{p,v}$ в пространство $L_{q,u}$. В случае, когда $K(\cdot,\cdot)\equiv 1$, неравенство (1) в современной литературе называется классическим весовым неравенством Харди. Задача заключается в нахождении условий на весовые функции u и v так, чтобы неравенство (1) выполнялось. Случай, когда $1\le p=q<\infty$ был изучен в работах Г. Таленти [1] и Г. Томаселли [2]. Несмотря на то, что эти работы появились раньше, чем работа Б. Макенхаупта [3], где рассматривается тот же случай, полученные условия выполнения соответствующего неравенства называют «условиями Макенхаупта», так как именно он представил простое и явное доказательство результата. Далее неравенство (1) с ядром $K(\cdot,\cdot)\equiv 1$ было исследовано для всех соотношений между параметрами p и q в работах В. Кокилашвили [4], В. Мазьи [5], К. Андерсена, Б. Макенхаупта [6], В. Мазьи, А. Розина (см. [7]) и Г. Синнамона, В. Степанова [8]. Дальнейшее развитие это направление получает в работах В. Степанова [9], [10] и [11], когда вместо оператора Харди в (2) рассматривается оператор Римана-Лиувилля. История развития неравенства Харди представлена в монографии [12] и приведенных там ссылках.

Далее весовые неравенства (1) исследуются в случае, когда ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) удовлетворяет условию:

$K(x,s)\ge 0$ при $x\ge s>0$ и существует число $d>1$ такое, что

$$\frac{1}{d}\big(K(x,t)+K(t,s)\big)\le K(x,s)\le d\big(K(x,t)+K(t,s)\big), \tag{3}$$

где $x\ge t\ge s>0$. В настоящее время условие (3) называют условием Ойнарова (см., например, [12]).

Характеризации на весовые функции u и v для выполнения неравенства (1), когда $K(x,s)$ удовлетворяет условию (3), были впервые независимо от друг друга получены в работах [13] и [14], но по виду эти характеризации отличаются. Так при $1<p\le q<\infty$ в работе [13] характеризации имеют вид

$$\sup_{z>0}\left(\int_0^z u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_z^\infty K^{p'}(s,z)v^{-p'}(s)ds\right)^{\frac{1}{p'}}<\infty,$$

$$\sup_{z>0}\left(\int_0^z K^q(z,t)u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_z^\infty v^{-p'}(s)ds\right)^{\frac{1}{p'}}<\infty,$$

а характеризации, полученный в работе [14], имеют вид

$$\int_z^\infty u^q(s)\left(\int_s^\infty K(t,s)v^{-p'}(t)dt\right)^q ds\le C\left(\int_z^\infty v^{-p'}(t)dt\right)^{\frac{q}{p}},$$

$$\int_z^\infty u^q(s)\left(\int_s^\infty K^q(t,s)v^{-p'}(t)dt\right)^q ds\le C\left(\int_z^\infty K^q(t,z)v^{-p'}(t)dt\right)^{\frac{q}{p}},$$

при почти всех $z>0$, т. е. мы имеем альтернативные критерии выполнения неравенства (1).

Получение условий для ограниченности операторов является весьма важной задачей теории операторов. Но для непосредственного применения возникает необходимость в разных видах условий, поэтому в прикладных целях наличие альтернативных условий играет огромную роль. В работе [15] это тема раскрыта более подробно, и в этой же работе получены различные альтернативные критерии выполнения неравенства (1) с интегральным оператором, удовлетворяющим условию Ойнарова (3).

До сих пор вопрос о характеризации неравенства Харди с интегральным оператором, на ядро которого не накладывается условие, является открытым вопросом. В данной статье условие на ядро накладывается, но оно удовлетворяет более общему условию, чем условие Ойнарова. Более того, в статье получены критерии выполнения неравенства (1) альтернативные тем критериям, найденным ранее.

Далее принимаем следующие соглашения. Будем писать $A\ll B$, если $A\le cB$ для некоторого $c>0$, а соотношение $A\approx B$ означает одновременного выполнения $A\ll B$ и $B\ll A$. Более того, $\chi_{(a,b)}(\cdot)$ - характеристическая функция интервала (a,b); $\frac{1}{p}+\frac{1}{p'}=1$ и $\frac{1}{q}+\frac{1}{q'}=1$.

Основные результаты

В работах [16] и [17] введены классы $\mathcal{O}_n^{\pm}$, $n>0$, ядер $K(\cdot,\cdot)$ интегральных операторов вида (2). Рассмотрим класс $\mathcal{O}_1^-$. По определению ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу $\mathcal{O}_1^-$, если функция $K(x,s)$ не возрастает по первому аргументу, неотрицательна при $x\ge s>0$, и существуют неотрицательные функции $G(\cdot,\cdot)$, $\rho(\cdot)$ и число $d>1$, такие, что $G(x,s)\ge 0$ при $x\ge s>0$, $\rho(s)>0$ при $s>0$ и

$$\frac{1}{d}\big(K(x,t)+\rho(x)G(t,s)\big)\le K(x,s)\le d\big(K(x,t)+\rho(x)G(t,s)\big), \tag{4}$$

где $x\ge t\ge s>0$.

В работе [16] показано, что функция $G(t,s)$ эквивалентна функции $\inf\limits_{t\le x}\frac{K(x,s)}{\rho(x)}$. Поэтому далее будем предполагать, что функции $K(x,s)$ и $G(x,s)$ не убывают по первому и не возрастают по второму аргументу.

Следующая теорема следует из результатов работы [16].

Теорема А. Пусть $1<p\le q<\infty$ и ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу $\mathcal{O}_1^-$. Тогда неравенство (1) выполнено тогда и только тогда, когда

$$A_1=\sup_{z>0}\left(\int_0^z u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_z^\infty K^{p'}(s,z)v^{-p'}(s)ds\right)^{\frac{1}{p'}}<\infty,$$

$$A_2=\sup_{z>0}\left(\int_0^z G^q(z,t)u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q}}\left(\int_z^\infty \rho^{p'}(s)v^{-p'}(s)ds\right)^{\frac{1}{p'}}<\infty,$$

при этом $\max\{A_1,A_2\}\approx C$, где C - наилучшая константа в (1).

Здесь и далее знак "sup" понимаем как существенный супремум.

Теперь, в условиях теоремы А докажем альтернативный критерий выполнения неравенства (1).

Теорема 1. Пусть $1<p\le q<\infty$ и ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу $\mathcal{O}_1^-$. Тогда неравенство (1) выполнено тогда и только тогда, когда

$$B_1 = \sup_{z>0}\left(\int_0^z v^{-p'}(t)\left(\int_0^t K(t,s)u^q(s)ds\right)^{p'}dt\right)^{\frac{1}{p'}}\left(\int_0^z u^q(t)dt\right)^{-\frac{1}{q'}} < \infty, \quad (5)$$

$$B_2 = \sup_{z>0}\left(\int_0^z v^{-p'}(t)\left(\int_0^t K(t,s)G^{q-1}(t,s)u^q(s)ds\right)^{p'}dt\right)^{\frac{1}{p'}} \times \left(\int_0^z G^q(z,t)u^q(t)dt\right)^{-\frac{1}{q'}} < \infty, \quad (6)$$

при этом $max\{B_1, B_2\} \approx C$, где C - наилучшая константа в (1).

Для доказательства Теоремы 1 будем использовать методы, представленные в работе [14].

Для доказательства основного результата нам понадобится следующая лемма.

Лемма 1. Пусть $1 < q < \infty$ и ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу $\mathcal{O}_1^-$. Тогда

$$E \equiv \int_0^\infty u^q(s)\left(\int_s^\infty K(x,s)f(x)dx\right)^q ds \approx \int_0^\infty f(x)\int_0^x K(x,s)u^q(s)ds\left(\int_x^\infty K(t,x)f(t)dt\right)^{q-1}dx + \int_0^\infty f(x)\int_0^x K(x,s)G^{q-1}(x,s)u^q(s)ds\left(\int_x^\infty \rho(t)f(t)dt\right)^{q-1}dx = E_1 + E_1 \quad (7)$$

Доказательство леммы 1 следует из соотношения (4) и использования изменения порядка интегрирования.

Доказательство теоремы 1. *Необходимость.* Пусть выполнено неравенство (1). Тогда для $g \geq 0$ верно и дуальное неравенство

$$\left(\int_0^\infty v^{-p'}(x)\left(\int_0^x K(x,s)g(s)ds\right)^{p'}dx\right)^{\frac{1}{p'}} \leq C\left(\int_0^\infty |u^{-1}(t)g(t)|^{q'}dt\right)^{\frac{1}{q'}}. \quad (8)$$

Из выполнения неравенства (1) очевидно, что $u^q \in L_1(0,z)$ для любого $z > 0$. Следовательно, $u^q \in L_{q',u^{-1}}(0,z)$. Поэтому, в (8) подставляя $g(s) = \chi_{(0,z)}(s)u^q(s)$, имеем

$$\left(\int_0^z v^{-p'}(x)\left(\int_0^x K(x,s)u^q(s)ds\right)^{p'}dx\right)^{\frac{1}{p'}} \leq C\left(\int_0^z u^q(t)dt\right)^{\frac{1}{q'}}$$

для любого $z > 0$. Откуда

$$B_1 \leq C. \quad (9)$$

Выполнение неравенства (1) и соотношение (7) дают, что

$$\int_0^\infty f(x)\int_0^x K(x,s)G^{q-1}(x,s)u^q(s)ds\left(\int_x^\infty \rho(t)f(t)dt\right)^{q-1}dx \ll C^q\left(\int_0^\infty |v(t)f(t)|^p dt\right)^{\frac{q}{p}}.$$

Откуда в силу $K(x,s) \gg \rho(x)G(x,s)$ имеем

$$\rho(x)\int_0^x G^q(x,s)u^q(s)ds \ll \int_0^x K(x,s)G^{q-1}(x,s)u^q(s)ds < \infty$$

для почти всех $x > 0$. Легко видеть, что функция $g(x) = \chi_{(0,z)}(s)G^{q-1}(z,s)u^q(s)$ принадлежит $L_{q',u^{-1}}(0,z)$. Поэтому, полагая $g(s) = \chi_{(0,z)}(s)G^{q-1}(z,s)u^q(s)$ в (8), имеем

$$\left(\int_0^z v^{-p'}(x)\left(\int_0^x K(x,s)G^{q-1}(z,s)u^q(s)ds\right)^{p'}dx\right)^{\frac{1}{p'}} \leq C\left(\int_0^z G^q(z,s)u^q(s)ds\right)^{\frac{1}{q'}}.$$

Откуда, в силу $G(z,s) \geq G(x,s)$ при $z \geq x$, получим

$$B_2 \ll C. \quad (10)$$

Необходимость доказана.

Достаточность. Пусть $max\{B_1, B_2\}<\infty$. Применяя неравенство Гельдера, получим

$$E_2 \leq \|vf\|_p J_2,$$

где

$$J_2 = \left(\int_0^\infty v^{-p'}(s) \left(\int_0^x K(x,s) G^{q-1}(x,s) u^q(s) ds \right)^{p'} \left(\int_x^\infty \rho(t) f(t) dt \right)^{p'(q-1)} ds \right)^{\frac{1}{p'}}.$$

Далее применяется интегрирование по частям и берется во внимание, что $B_2 < \infty$. Следующий шаг – это применение неравенства Минковского, из которого в силу $K(x,s) \gg \rho(x) G(x,s)$ следует

$$J_2 \le B_2 E_2^{\frac{1}{q'}}$$

Из последнего неравенства получаем

$$E_2 \ll B_2 \| vf \|_p E^{\frac{1}{q'}}. \quad (11)$$

Из соотношения (7) оценим первое слагаемое. Применяя неравенство Гельдера, получим

$$E_1 \le \| vf \|_p J_1,$$

где

$$J_1 = \left(\int_0^\infty v^{-p'}(x) \left(\int_0^x K(x,s) u^q(s) ds \right)^{p'} \left(\int_x^\infty K(t,x) f(t) dt \right)^{p'(q-1)} dx \right)^{\frac{1}{p'}}.$$

Оценка проводится подобно тому, как оценивалось второе слагаемое:

$$E_1 \ll B_1 \| vf \|_p E^{\frac{1}{q'}}. \quad (12)$$

Из (11) и (12) следует

$$\left(\int_0^\infty u^q(x) \left(\int_x^\infty K(t,x) f(t) dt \right)^q dx \right)^{\frac{1}{q}} \ll max\{B_1, B_2\} \| vf \|_p ,$$

т. е. неравенство (1) выполнено с оценкой $C \ll max\{B_1, B_2\}$ для наилучшей константы C в (1), которая вместе с (9) и (10) дает

$$C \approx max\{B_1, B_2\}.$$

Теорема 1 доказана.

Из проведенного доказательства теоремы 1 мы также имеем критерий выполнения дуального неравенства (8). Для $f \ge 0$ рассмотрим неравенство

$$\left(\int_0^\infty u^q(x) \left(\int_0^x K(x,s) f(s) ds \right)^q dx \right)^{\frac{1}{q}} \le C \left(\int_0^\infty |v(t) f(t)|^p dt \right)^{\frac{1}{p}}. \quad (13)$$

Из теоремы 1 следует теорема 2.

Теорема 2. Пусть $1 < p \le q < \infty$ и ядро $K(\cdot,\cdot)$ оператора (2) принадлежит классу $\mathcal{O}_1^-$. Тогда неравенство (13) выполнено тогда и только тогда, когда

$$B_1^* = \sup_{z>0} \left(\int_0^z u^q(s) \left(\int_0^s K(s,x) v^{-p'}(x) dx \right)^q ds \right)^{\frac{1}{q}} \left(\int_0^z v^{-p'}(t) dt \right)^{-\frac{1}{p}} < \infty,$$

$$B_2^* = \sup_{z>0} \left(\int_0^z u^q(t) \left(\int_0^t K(t,s) G^{p'-1}(t,s) v^{-p'}(s) ds \right)^q dt \right)^{\frac{1}{q}} \times \left(\int_0^z G^{p'}(z,t) v^{-p'}(t) dt \right)^{-\frac{1}{p}} < \infty,$$

при этом $max\{B_1^*, B_2^*\} \approx C$, где C - наилучшая константа в (13).

ЛИТЕРАТУРА

[1] *Talenti* G. *Osservazione* sopra una classe di disuguaglianze // Rend. Sem. Mat. Fis. Milano. – 1969. – V. 39. – P. 171-185.

[2] Tomaselli G. A class of inequalities // Boll. Un. Mat. Ital. – 1969. – V. 24. – P. 622-630.

[3] Muckenhoupt B. Hardy's inequality with weights // Stud. Math. – 1972. – V. XLIV. - № 1. – P. 31-38.

[4] Кокилашвили В.М. О неравенстве Харди в весовых пространствах // Сообщения Акад. Наук Груз. ССР. – 1979. – Т. 96. - № 1. – С. 37-40.

[5] Мазья В. Г. О (p,l)-емкости, теоремах вложения и спектре самосопряженного эллиптического оператора // Изв. АН СССР. Сер. матем. – 1973. - Т. 37. - № 2. – Р. 356-385.

[6] Andersen K.F., Muckenhoupt B. Weighted weak type Hardy inequalities with applications to Hilbert transforms and maximal functions // Studia Mathematica. – 1982. -V. 72. – Issue: 1. – P. 9-26.

[7] Мазья В. Г. Пространства Соболева. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. - 416 с.

[8] Sinnamon G., Stepanov V. D. The weighted Hardy inequalities: new proofs and the case $p = 1$ // J. London Math. Soc. – 1996. - V. 2 (54). – P. 89-101.

[9] Степанов В. Д. Об одном весовом неравенстве типа Харди для производных высших порядков // Тр. МИАН СССР. – 1989. - Т. 187. – С. 178–190.

[10] Stepanov V. D. Weighted inequalities of Hardy type for Riemann—Liouville fractional integrals // Siberian Math. J. – 1990. - V. 3 (31). – P. 513-522.

[11] Степанов В. Д. Двухвесовые оценки интегралов Римана–Лиувилля // Изв. АН СССР. Сер. матем. – 1990. Т. 54. - № 3. – С. 645–656.

[12] Kufner A., Persson L.-E. Weighted inequalities of Hardy type. - World Scientific: New Jersey/London/Singapore/Hong Kong, 2003. – 357 pp.

[13] Ойнаров Р. Весовые неравенства для одного класса интегральных операторов // ДАН. - 1991. - Т. 319. - № 5. - С. 1076-1078.

[14] /Bloom S., Kerman R. Weighted norm inequalities for operators of Hardy type // Proc. Amer. Math. Soc. – 1991.- V. 113. - № 1. – P. 135-141.

[15] Stepanov V.D., Ushakova E.P. Alternative criteria for the boundedness of Volterra integral operators in Lebesgue spaces // Math. Ineq. Appl. – 2009. - V. 12. - № 4. – P. 873-889.

[16] Ойнаров Р. Ограниченность и компактность интегральных операторов вольтерровского типа // Сиб. матем. журн. - 2007. - Т. 48. - № 5. - С. 1100-1115.

[17] Ойнаров Р. Ограниченность и компактность интегральных операторов с переменными пределами интегрирования в весовых пространствах Лебега // Сиб. матем. журн. – 2011. – Т. 52. - № 6. – С. 1313-1328.

Қалыбай А.А.

Лебег кеңістіктер арасындағы вольтерра түрінің интегралды операторларының шектеулік альтернативті критерийлері

Түйіндеме. Тек математикада ғана емес, сонымен бірге қолданбалы есептерде де әртүрлі қолданулар үшін бір кеңістікті екінші кеңістікке орналастыратын операторлардың қасиеттерін карастыру қажет. Осы қасиеттердің бірі - операторлардың шектелуі. Бұл проблеманы кейбір теңсіздіктердің орындалуының сипаттама табу проблемасына аударуға болады. Бұл мақалада Харди түріндегі салмақты теңсіздік қарастырылады. Соңғы онжылдықтар ішінде Харди теңсіздігі көптеген мақалалар мен монографияларда зерттелді, жалпыланды және қолданылды. Жалпылау бағыттарының бірі - Харди операторының орнына әртүрлі ядросы бар интегралдық операторларды қарастыру. Харди теңсіздігін интегралдық операторларының ядросылары шартсыз болуы әлі күнге дейін ашық мәселе болып отыр. Бұл жұмыста ядроға шарт койылады, бірақ ол шарт ядролардың кең тобын қамтиды. Сонымен қатар, бұл жұмыста ұсынылған теңсіздіктің альтернативті критерийі табылады, ол Макенхаупт типіндегі критерийінен өзгеше.

Түйін сөздер: Салмақты функция, интегралдық оператор, шектеулік, Харди типті теңсіздік.

УДК 519.711

M.N. Kalimoldaev, A.A. Abdildayeva, M.A. Akhmetzhanov
(Institute of informational and computational technologies MES RK
e-mail: mnk@ipic.kz, abass-81@mail.ru, maks714@mail.ru)

MATHEMATICAL MODELING OF STABLE "LARGE" COMPLEX ELECTRIC POWER SYSTEMS

Annotation. This article deals with the evaluation of the areas of attraction of stable equilibrium States, complex second-order electric power systems and isolated subsystems, based on a new Lyapunov function of the type "kinetic energy plus potential energy". Stability conditions for "large" electric power systems will be obtained. These conditions are applied to two synchronous machine systems, with an indication of their sustainability.

М.Н. Қалимолдаев, А.А. Абдилдаева, М.А. Ахметжанов
(ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты
e-mail: mnk@ipic.kz, abass-81@mail.ru, maks714@mail.ru)

КҮРДЕЛІ ЭЛЕКТР-ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ «ҮЛКЕНДІ» ОРНЫҚТЫЛЫҚТЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада екінші реттегі күрделі электр-энергетикалық жүйелердің және Ляпуновтың «кинетикалық энергия плюс потенциалдық энергия» типті жаңа функцияның негізіндегі оқшауланған кіші жүйе орнықты тепе-теңдік күйлерінің тартылу саласындағы мәселелер қарастырылады. Сонымен қатар, электр-энергетикалық жүйенің математикалық модельдері қарастырылады. Электр-энергетикалық жүйенің математикалық модельдерінің «үлкенді» орнықтылық шарттары алынады. Бұл шарттар екі синхронды машиналы жүйеге қолданылып, оның орнықтылығы көрсетіледі.

Түйін сөздер: электр-энергетикалық жүйелер, «үлкенді» орнықтылық, математикалық модельдер

Кіріспе. Турбогенераторлардан және күрделі көп байламды энергетикалық блоктардан тұратын, қазіргі заманғы электр-энергетикалық кешендердің математикалық моделі сызықты емес қарапайым дифференциалдық теңдеулердің жүйесі болып табылады. Осындай жүйелер үшін оңтайландыру мәселесі, сонымен қатар кері байланыс қағидасы бойынша басқаруды құраушы алгоритмін құру өзекті болып табылады және көптеген зерттеушілердің назарын өзіне аударады.

Бұл мақалада екінші реттегі күрделі электр-энергетикалық жүйелердің және Ляпуновтың «кинетикалық энергия плюс потенциалдық энергия» типті жаңа функцияның негізіндегі оқшауланған кіші жүйе орнықты тепе-теңдік күйлерінің тартылу саласындағы мәселелер қарастырылады.

Ляпуновтың жаңа функциясының көмегімен асимптотикалық орнықтылық және жұмыста құрылған саладан кең болып табылатын тартылу саласындағы бағалар қарастырылады [1].

Орнықтылық және динамикалық жүйелердің тартылу саласындағы бағалардың зерттеуіне [2-6] жұмыстар арналған.

Есептің қойылуы

Екінші ретті күрделі электр-энергетикалық модельдердегі тартылу саласының бағаларын қарастырайық.

Көп өлшемді күрделі электр-энергетикалық жүйелердің жалпы моделі:

$$\frac{d\delta_i}{dt} = S_i, \quad \frac{dS_i}{dt} = w_i - D_i S_i - f_i(\delta_i) - \psi_i(\delta_{i^*}), \quad w_i = C_i^* x_i, \tag{1}$$

$$\frac{dx_i}{dt} = A_i x_i + q_i S_i + b_i u_i, \qquad i = \overline{1,l}, \tag{2}$$

мұндағы функция

$$\psi_i(\delta_{i^*}) = \sum_{\substack{k=1,\\ k\neq i}}^{l} P_{ik}(\delta_{ik}), \qquad \delta_{ik} = \delta_i - \delta_k \tag{3}$$

жүйелер мен $P_{ik}(.)$ арасындағы байланысты анықтайды – берілген үздіксіз дифференциалданатын периодты функция, $D_i > 0$ - сөндіру коэффициенті.

(1), (2) жүйелеріне бірнеше генераторлары бар электр-энергетикалық жүйелер жатады, мұндағы $\psi_i(\delta_{i^*})$ функция і-ші генератордың жүйедегі басқа генераторлармен әсерін анықтайды және

$$f_i(\delta_i) = \frac{1}{T_i}[P_i \sin(\delta_{i0} + \delta_i) - P_i \sin\delta_i], \quad i = \overline{1,l},$$
$$\psi_i(\delta_{i^*}) = \sum_{\substack{j=1,\\ j\neq i}}^{l} \frac{1}{T_i}\left[P_{ij} \sin(\delta_{ji0} + \delta_{ji} - P_{ij} \sin\delta_{ij0})\right] \tag{4}$$

Фазалық траекториялар нақты орнықты тепе-теңдік жағдайға ұмтылатын аумақтарды анықтау үлкен тәжірибелік қызығушылықты байқатады. (1), (2) жүйелерінің «үлкенді» орнықтылығын

зерттеуді Ляпуновтың екінші тәсілі арқылы $G_{0i}=\left\{(\delta_i,S_i,x_i)\middle|\delta_{-1i}<\delta_i<\delta_{0i},\ \ S_i\in R_i^1,\quad x_i\in R_i^{n_i}\right\}$ жолағында өткіземіз. Екінші реттегі оқшауланған жүйелер үшін

$$\frac{d\delta_i}{dt}=S_i,\quad \frac{dS_i}{dt}=-D_iS_i-f_i(\delta_i) \tag{5}$$

M_i стационарлық көбейтінді $R_i^2(\delta_i,S_i)$ фазалық жазықтықта тұрақты және тұрақсыз тепе-теңдіктің кезектесетін нүктелерінен тұрады. Тепе-теңдіктің орнықты жағдайларының тартылу аумақтарын бағалау үшін, Ляпуновтың екінші тәсілін қолдануға болады. Осы кезде периодтықтың салдарынан жүйенің фазалық бейнесінде δ_i бұрыштық координатасы бойынша $R_i^2(\delta_i,S_i)$ жазықтықта тұрақты тепе-теңдіктің тек қана бір нүктесімен «үлкенді» орнықтылық зерттеуімен шектелуге болады (мысалы, координаттардың басы $O(0,0)$). Көптеген тәжірибелік есептер үшін тепе-теңдіктің тұрақсыз нүктелері арқылы «секіріп өтетін» траекториялары жоқ тартылу аумақтарын анықтау қызығушылық танытады. Осылайша, (5) жүйе үшін жолақтағы $O(0,0)$ нүктесінің тартылу аумағын бағалау мәселесін қоюға болады.

$\overline{G_{0i}}$ жолағында анықталған $v_{0i}(\delta_i,S_i),$ функциясын қарауға келесі түрде енгіземіз:

$$\begin{aligned}v_{0i}(\delta_i,S_i)&=\frac{1}{2}(S_i+\alpha_iD_i\delta_i)^2+\frac{1}{2}\alpha_iD_i^2(1-\alpha_i)\cdot\delta_i^2+F_i(\delta_i)+\\&+2D_i\sqrt{\alpha_i(1+\alpha_i)}\widetilde{F}_i(\delta_i)=\frac{1}{2}(S_i+\alpha_iD_i\delta_i)^2+\int_0^{\delta_i}N_i(\delta_i)d\delta_i,\end{aligned} \tag{6}$$

мұндағы

$$\alpha_i=const(0<\alpha_i<1),\quad F_i(\delta_i)=\int_0^{\delta_i}f_i(\delta_i)d\delta_i,$$

$$\widetilde{F}_i(\delta_i)=\int_0^{\delta_i}\sqrt{\delta_i f_i(\delta_i)}d\delta_i,\quad N_i(\delta_i)=\alpha_iD_i^2(1-\alpha_i)\delta_i+f_i(\delta_i)+2D_i\sqrt{\alpha_i(1-\alpha_i)}\sqrt{\delta_i f_i(\delta_i)}.$$

$F_i(\delta_i),\widetilde{F}_i(\delta_i)$, функциялар $\overline{G_{0i}}$ жолағында үздіксіз.

Теорема 1. D_i,α_i параметрлер $D_i>0,\ f_i'(0)\neq\alpha_iD_i^2(1-\alpha_i),\ \alpha_i\in(0,1).$ болатындай болсын. Онда тепе-теңдік орнықты күйінің Ляпунов (6) функциясы арқылы бағалауға болатын $\overline{G_{0i}}$ жолағындағы тартылу аумағы $O(0,0)$ келесі түрдегі теңсіздікпен беріледі

$$v_{0i}(\delta_i,S_i)<\overline{v_{0i}},\quad i=\overline{1,l},, \tag{7}$$

Мұнда $\overline{v_{0i}}$ критикалық мәні келесі шарт бойынша анықталады

$$\overline{v_{0i}}=\min\{\overline{\rho_{0i}},\overline{\rho_{-1i}}\},\quad \overline{\rho_{0i}}=v_{0i}\Big|_{\substack{\delta_i=\delta_{0i}\\S_i=0}},\qquad \overline{\rho_{-1i}}=v_{0i}\Big|_{\substack{\delta_i=\delta_{-1i}\\S_i=0}} \tag{8}$$

Дәлелдеу. $N_i(\delta_i)$ функциясын келесі түрде ұсынуға болады

$$N_i(\delta_i)=\begin{cases}\left(\sqrt{\alpha_iD_i^2(1-\alpha_i)\delta_i}+\sqrt{f_i(\delta_i)}\right)^2 & 0>\delta_i>\delta_{0i},\\ -\left(\sqrt{\alpha_iD_i^2(1-\alpha_i)(-\delta_i)}-\sqrt{f_i(\delta_i)}\right)^2 & \delta_{-1i}<\delta_i<0\end{cases}$$

және $\delta_iN_i(\delta_i)\geq0$ в $\overline{G_{0i}}$ жолағында. Егер $f_i(\delta_i)=\alpha_iD_i^2(1-\alpha_i)\delta_i,$ болса келесіні алатынымызды байқаймыз

$$N_i(\delta_i)=\begin{cases}4\alpha_i D_i^2(1-\alpha_i)\delta_i & 0<\delta_i<\delta_{0i},\\ 0 & \delta_{-1i}<\delta_i<0\end{cases}$$

және

$$\int_0^{\delta_i} N_i(\delta_i)d\delta_i=0 \qquad \delta_{-1i}<\delta_i<0.$$

Осы кезде $S_i+\alpha_i D_i\delta_i=0$ жазықтықта жатқан $\overline{\delta_i}\in(\delta_{-1i},0)$ болуы мүмкін. Онда $v_{0i}=0$, $(\overline{\delta_i},\overline{S_i})\neq(0,0)$, яғни $v_{0i}(\delta\ ,S_i)$ функциясы нақты оңды болар еді. Демек, $f_i(\delta_i)\neq\alpha_i D_i^2(1-\alpha_i)\delta_i$ кезінде $v_{0i}(\delta_i,S_i)$ функция нақты оңды болады.

$\overline{G_{0i}}$ жолағында (5) жүйесінен алынған $v_{0i}(\delta_i,S_i)$ функция уақыты бойынша туындыны есептейміз (5):

$$\dot v_{0i}(\delta_i,S_i)=-D_i\left[\sqrt{\alpha_i(1-\alpha_i)}S_i-\sqrt{\alpha_i\delta_i f_i(\delta_i)}\right]^2=-D_i\alpha_i\left(\sqrt{1-\alpha_i}S_i-\sqrt{\delta_i f_i(\delta_i)}\right)^2\le 0,$$

Яғни $\dot v_{0i}$ туындысы белгі бойынша теріс.

$\dot v_{0i}(\delta_i,S_i)=0,$ теңдеуімен берілген жиынтықта $O(0,0)$ орнықты теңдік жағдайынан басқа оңды жартылай траекториялары жоқ екендігін көрсетеміз. Бұл жиынтық $F_{ii}=\sqrt{1-\alpha_i}S_i-\sqrt{\delta_i f_i(\delta_i)}=0$ әртүрлілікпен анықталады. $\overline{F_i}=0$ әртүрлілікте $O(0,0)$ өзгеше оңды жартылай траекториялар болмауы үшін келесі шарттарды орындау жеткілікті:

$$\frac{\partial\overline{F_i}}{\partial\delta_i}S_i+\frac{\partial\overline{F_i}}{\partial S_i}\left(-D_iS_i-f_i(\delta_i)\right)\neq 0$$

бұл әртүрлілікте алатынымыз:

$$\frac{\partial\overline{F_i}}{\partial\delta_i}S_i+\frac{\partial\overline{F_i}}{\partial S_i}\left(-D_iS_i-f_i(\delta_i)\right)=-\frac{f_i(\delta_i)+\delta_i f'_i(\delta_i)}{2\sqrt{\delta_i f_i(\delta_i)}}S_i-\sqrt{1-\alpha_i}\left(D_iS_i+f_i(\delta_i)\right)=-\frac{f_i(\delta_i)+\delta_i f'_i(\delta_i)}{2\sqrt{1-\alpha_i}}-$$

$$-D_i\sqrt{\delta_i f_i(\delta_i)}-\sqrt{1-\alpha_i}\,f_i(\delta_i)=-\frac{1}{2\sqrt{1-\alpha_i}}\times\left[(3-2\alpha_i)f_i(\delta_i)+\delta_i f_i(\delta_i)+2\sqrt{1-\alpha_i}D_i\sqrt{\delta_i f_i(\delta_i)}\right]=$$

$$=-\frac{\sqrt{\delta_i f_i(\delta_i)}}{2\sqrt{1-\alpha_i}}\left[(3-2\alpha_i)\frac{\sqrt{f_i(\delta_i)}}{\delta_i}+\frac{\sqrt{\delta_i}}{f_i(\delta_i)}+2\sqrt{1-\alpha_i}D_i\right]=\frac{|\delta_i|}{2\sqrt{1-\alpha_i}}\left[(3-2\alpha_i)\frac{f_i(\delta_i)}{\delta_i}+f'_i(\delta_i)+\right.$$

$$\left.+2\sqrt{1-\alpha_i}D_i\frac{\sqrt{f_i(\delta_i)}}{\delta_i}\right]\equiv 0,$$

өйткені $f'_i(\delta_i)\neq-\left[(3-2\alpha_i)\dfrac{f_i(\delta_i)}{\delta_i}+2\sqrt{1-\alpha_i}D_i\dfrac{\sqrt{f_i(\delta_i)}}{\delta_i}\right].$

Онда, Н.Н.Красовскийдің [7] асимптотикалық орнықтылық туралы теоремасына сәйкес $\overline{G_{0i}}$ жолағында асимптотикалық орнықтылыққа ие боламыз.

Ізделіп отырған «үлкенді» орнықтылық критерийі (7) түрінде болады, мұндағы $\overline{v_{0i}}$ – критерийлік тұрақты. Теорема дәлелденді.

Енді оқшауланған жүйелердің орнықты тепе-теңдік күйлерінің тартылу аумақтарын бағалауды қарастырамыз.

Өзіндік қызығушылық оқшауланған жүйелер үшін тартылу аумақтарын анықтау болып табылады.

$$\frac{d\delta_i}{dt}=S_i,\qquad \frac{dS_i}{dt}=w_i-K_iS_i-f_i(\delta_i),\qquad w_i=C_i^*x_i, \tag{9}$$

$$\frac{dx_i}{dt} = A_i x_i + q_i S_i + b_i u_i + R_i(S_i, x_i) \tag{10}$$

$(K_i = D_i, \quad R_i = 0)$, бұндағы фазалық траекториялар тепе-теңдіктің нақты орнықты жағдайына ұмтылады. Жүйедегі «Үлкенді» орнықтылықты зерттеуді (9), (10) $(K_i = D_i, \quad R_i = 0)$ $G_{0i} = \{(\delta_i, S_i, x_i) \big| \delta_{-1i} < \delta_i < \delta_{0i}, \quad S_i \in R_i^1, \quad x_i \in R_i^{n_i}\}$ жолағында Ляпуновтың екінші тәсілі арқылы жүргіземіз.

Келесі функцияны қарастырамыз:

$$\tilde{v}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i) = \frac{1}{2} x_i^* H_i x_i + \frac{\varepsilon_{1i}}{2} S_i^2 + v_{0i}(\delta_i, S_i), \tag{11}$$

$R_i^{(n_i+2)}(\delta_i, S_i, x_i)$ кеңістігінде G_{0i} жолағында анықталған. (5) түріндегі функция $v_{0i}(\delta_i, S_i)$ құрылған.

Қадағалау үшін симметриялық $(n_i \times n_i)$- матрицаны енгіземіз H_i, n_i-өлшем векторын a_i, $\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \varepsilon_{1i}$ скалярларды белгілейміз

$$\tilde{A}_l = A_i + b_i a_i^*, \quad \tilde{q}_l = q_i + \alpha_{1i} b_i, \quad l_{1i} = \alpha_{2i} b_i, \quad l_{2i} = \alpha_{3i} b_i,$$

$$\xi_i = colon \quad (S_i, \delta_i, f_i(\delta_i)), \quad B_i = \{\tilde{q}_l, l_{1i}, l_{2i}\},$$

$$\Gamma_i = \begin{pmatrix} \varepsilon_{1i} D_i & 0 & \frac{\varepsilon_{1i}}{2} \\ 0 & 0 & 0 \\ \frac{\varepsilon_{1i}}{2} & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad g_i = \begin{pmatrix} (1+\varepsilon_{1i}) C_i^* \\ \alpha_i D_i C_i^* \\ O_{ni}^* \end{pmatrix},$$

$$Y_i(x_i, \xi_i) = -\mathrm{Re}\, \xi_i^* g_i x_i + \xi_l^* \Gamma_i \xi_i,$$

$$\Pi_i(j\omega) = \mathrm{Re}\, g_i (\tilde{A}_l - j\omega E_{n_i})^{-1} B_i + \Gamma_i,$$

мұндағы g_i – матрица $3 \times n_i$, B_i – реттік матрицасы $n_i \times 3$, Γ_i – реттік матрицасы 3×3, $\Pi_i(j\omega)$ – эрмитов (3×3) матрицасы, Y_i – векторлардың квадраттық формасы x_i, ξ_i..

Осы мәндерді пайдаланып, келесі теореманы тұжырымдап, дәлелдейміз.

Теорема 2. Келесі шарттарды орындайтындай a_i векторы, α_{1i}, α_{2i}, α_{3i}, $\varepsilon_{1i} > 0$, $\alpha_i \in (0, 1)$, $D_i > 0$ скалярлар бар дейік

1) матрица $\tilde{A}_l$ гурвицев,
2) $(\tilde{A}_l, B_i)$ жұп толықтай басқарылады,
3) $(\tilde{A}_l, g_i^*)$ толықтай бақыланады,
4) $\Pi_i(j\omega) > 0 \quad (\forall \omega \in (-\infty, +\infty))$,
5) $f_i^{'}(0) \neq \alpha_i D_i^2 (1 - \alpha_i)$..

$u_i = a_i^* x_i + \alpha_{1i} S_i + \alpha_{2i} \delta_i + \alpha_{3i} f_i(\delta_i)$ басқару кезінде Ляпунов (11) функциясының көмегімен бағалауға болатын G_{0i} жолағындағы координаттар бастамасының тартылу аймағы $\tilde{v}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i) < \tilde{\tilde{v}}_{0i}$, түріндегі теңсіздікпен беріледі, мұндағы $\tilde{\tilde{v}}_{0i}$ белгінің мәні келесі қатынаспен анықталады

$$\dot{\tilde{\tilde{v}}}_{0i} = \min\{\tilde{\tilde{\rho}}_{0i}, \tilde{\tilde{\rho}}_{-1i}\}, \quad \tilde{\tilde{\rho}}_{0i} = \tilde{v}_{0i} \Big|_{\substack{\delta_i = \delta_{0i} \\ S_i = 0, \ x_i = 0}}, \quad \tilde{\tilde{\rho}}_{-1i} = \tilde{v}_{0i} \Big|_{\substack{\delta_i = \delta_{-1i} \\ S_i = 0}}. \tag{12}$$

Дәлелдеу. G_{0i} жолақтан $\tilde{v}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i)$ (2.35) функциялардың уақыты бойынша туындыны

(9), (10) ($K_i = D_i, R_i = 0$) жүйесі траекториясын бойлай есептеп шығарғанда, алатынымыз

$$\dot{\tilde{v}}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i) = x_i^* H_i\left(\tilde{A}_1 x_i + \tilde{q}_1 S_i + l_{1i}\delta_i + l_{2i} f_i(\delta_i)\right) - \varepsilon_{1i} D_i S_i^2 - \varepsilon_{1i} S_i f_i(\delta_i) + (1+\varepsilon_{1i}) S_i C_i^* x_i$$
$$+ \alpha_i D_i C_i^* x_i + \dot{v}_{0i}(\delta_i, S_i)|_{(1.4)} = S_i(x_i, \xi_i) + \dot{v}_{0i}(\delta_i, S_i)|_{(1.4)},$$

мұндағы

$$S_i(x_i, \xi_i) = x_i^* H_i\left(\tilde{A}_i x_i + B_i \xi_i\right) - Y_i(x_i, \xi_i),$$
$$\dot{v}_{0i}(\delta_i, S_i)|_{(1.4)} = -D_i\left[\sqrt{\alpha_i(1-\alpha_i)} S_i \sqrt{\alpha_i \delta_i f_i(\delta_i)}\right]^2 \le 0. \qquad (13)$$

$S_i(x_i, \xi_i) \le 0 \left(\forall x_i \in R_i^{n_i}, \forall \xi_i \in R_i^3\right)$ туындаған жағдай үшін жиілік теоремасына сәйкес жұп толықтай басқарылатын кезде және тек қана сол кезде, және

$$Y_i\left[\left(j\omega E_{ni} - \tilde{A}_i\right)^{-1} B_i \xi_i, \xi_i\right] \ge 0 \left(\forall \omega \in R_i^1\right).$$

1)-4) шартынан, $S_i(x_i, \xi_i) \le 0. \left(\forall x_i \in R_i^{n_i}, \forall \xi_i \in R_i^3\right).$ қатынасты қанағаттандыратын оңды анықталған -өлшемдегі H_i матрицаның бар болуы анықталады. Бұл ретте, H_i және $(n_i \times 3) - h_i$ матрицаны келесі теңдеулердің шешімі ретінде табуға болады

$$\tilde{A}_i^* H_i + H_i \tilde{A}_i + h_i h_i^* = 0, H_i b_i + g_i^* = \chi_i h_i, 2\bar{\Gamma}_i = \chi_i^* \chi_i, \qquad (14)$$
$$\operatorname{Re} x_i^* H_i\left(\tilde{A}_i x_i + B_i \xi_i\right) - Y_i(x_i, \xi_i) = -\left|h_i^* \chi_i - \chi_i \xi_i\right|^2.$$

тепе-теңдіктен алынады.

Осылайша, G_{0i} жолағында $\tilde{v}_{0i}(\delta_i, S_{i,} x_i)$ функциясы анықталған-оңды, $\dot{\tilde{v}}_{0i}(\delta_i, S_{i,} x_i)$ – белгі бойынша теріс болып табылады. $\dot{\tilde{v}}_{0i}(\delta_i, S_{i,} x_i) = 0$ көптүрлілігі $O(0,0,0_n)$ орнықты тепе-теңдіктің жағдайынан басқа жартылай траекториялардан тұрмайтындығын байқаймыз. Шынымен, $\dot{\tilde{v}}_{0i}(\delta_i, S_{i,} x_i) = 0$ теңдігінен, $\delta_i = 0,\ S_i = 0,\ h_i x_i = 0$ екендігі шығады, өйткені $\dot{\tilde{v}}_{0i}(\delta_i, S_i) = 0$ тек қана $\delta_i = 0, S_i = 0$ кезінде. Егер, $x_i = const \ne 0$ деп болжасақ, онда, (9), (10) $(K_i = D_i, R_i = 0)$ теңдеулер жүйесінен $\tilde{A}_i x_i = 0 \det \tilde{A}_i \ne 0$ теңдігін аламыз, өйткені $\tilde{A}_i$ – гурвицев теңдігіне жатады. Демек $x_i = 0$ болуға тиіс. Әрі қарай, 1 теоремадағыдай, Н.Н.Красовскийдің асимптотикалық орнықтылығы туралы теоремасына сәйкес, $O(0,0,0_n)$ тепе-теңдігінің нөлдік жағдайындағы асимптотикалық орнықтылығын аламыз. Осы кезде тартылу аумағы $\tilde{v}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i) < \bar{\bar{v}}_{0i}$ теңсіздігімен анықталады, мұндағы $\bar{\bar{v}}_{0i}$ белгілік мәнді (12) қатынасынан анықтайтын боламыз. Теорема дәлелденді.

(13) функцияның жеке жағдайын қарастыруға болады

$$\tilde{v}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i) = \frac{1}{2} x_i^* H_i x_i + v_{0i}(\delta_i, S_i), \qquad (15)$$

G_{0i} жолағында анықталған. Мұндағы

$$\tilde{A}_i = A_i + b_i a_i^*, \tilde{q}_i = q_i + \alpha_{1i} b_i, l_{1i} = \alpha_{2i} b_i, l_{2i} = \alpha_{3i} b_i,$$
$$\xi_i = colon(S_i, \delta_i, f_i(\delta_i)), B_i = \{\tilde{q}_i, l_{1i}, l_{2i}\},$$
$$g_i = \begin{pmatrix} C_i^* \\ \alpha_i D_i C_i^* \\ O_{ni}^* \end{pmatrix}, Y_i(x_i, \xi_i) = -\operatorname{Re} \xi_i^* g_i x_i,$$
$$\Pi_i(j\omega) = \operatorname{Re} g_i\left(\tilde{A}_i - j\omega E_{ni}\right)^{-1} B_i.$$

2 теореманың келесі нәтижелері әділ.

Салдар 1.1 Келесі шарттарды қанағаттандыратындай α_i векторы, $\alpha_{1i},\alpha_{2i},\alpha_{3i},\alpha_i \in (0,1)$ скалярлар бар делік,

1) матрица $\tilde{A}_i$ гурвицев;
2) жұп $(\tilde{A}_i, B_i)$ толық басқарылады;
3) жұп $(\tilde{A}_i, g_i^*)$ толық бақыланады;
4) $\Pi_i(j\omega) \geq 0 (\forall \omega \in (-\infty,+\infty))$;
5) $D_i > 0, f_i'(0) \neq \alpha_i D_i^2 (1-\alpha_i)$.

Сонда басқару кезінде $u_i = \alpha_i^* x_i + \alpha_{1i} S_i + \alpha_{2i}\delta_i + \alpha_{3i} f_i(\delta_i)$ (15) Ляпунов функциясының көмегімен бағалауға болатын G_{0i} жолағындағы координаттар бастамасының тартылу саласы, $\tilde{v}_i(\delta_i, S_i, x_i) < \overline{\overline{v}}_i$, түріндегі теңсіздікпен беріледі, мұндағы $\overline{\overline{v}}_i$ белгілік мәні (12) қатынастан анықталады.

Салдар 1.1 дәлелдеуі 2 теоремасының дәлелдеуіне ұқсас. Мұнда (14) және (15) қатынастарының орнында келесі бар

$$\tilde{A}_i^* H_i + H_i \tilde{A}_i + h_i h_i^* = 0, H_i B_i + g_i^* = 0,$$
$$\operatorname{Re} x_i^* H_i (\tilde{A}_i x_i + B_i \xi_i) - Y_i(x_i, \xi_i) = -|h_i^* x_i|^2.$$

H_i эрмит матрицасының болуы үшін келесі қатынасты қанағаттандыратыны белгілі

$$\tilde{A}_i^* H_i + H_i \tilde{A}_i \leq 0, H_i B_i + g_i^* = 0, \quad)$$

1.1 салдарының 4) шарты орындалуы үшін қажет және жеткілікті. Бұл ретте 3), 1) жағдайлардың салдарынан H_i матрицасы оңды анықталған болып табылады.

Қарастырылатын жағдай үшін

$$\hat{\tilde{v}}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i) = -x^* h h_i^* x_i - D_i \left[\sqrt{\alpha_i(1-\alpha_i)} S_i - \sqrt{\alpha_i \delta_i f_i(\delta_i)}\right]^2 \leq 0.$$

G_{0i} жолағында және салдар 1.1 бекітілуінде теорема 2 дәлелдегендей аламыз.

"Синхронды генератор - бу турбинасы" жүйесінің үлгісін қарастырайық:

$$\begin{aligned} \frac{d\delta_i}{dt} &= S_i, \\ T_{Ji}\frac{dS_i}{dt} &= P_{Ti} - D_i S_i - \left[\frac{E_i^2}{z_{11i}} sin\alpha_{11i} + \frac{E_i U}{z_{12i}} \sin(\delta_i - \alpha_{12i})\right] \\ T_{Pi}\frac{dP_{Ti}}{dt} &= -P_{Ti} + \rho_{0i} P_{0i} - \frac{P_{0i}}{\sigma_{0i}} S_i + u_i \end{aligned} \tag{16}$$

Бұл жерде δ_i - генератордың ЭДС бұрышы; S_i - генератордың сырғуы; T_{Ji} - айналмалы массалардың Инерция тұрақтысы; P_{Ti} - будың қуаты; $D_i>0$ - демфирлеу коэффициенті; E_i - генератордың есептік ЭДС; U - шексіз қуат шиналарындағы кернеу; z_{11i} - генератордың меншікті кедергісі; z_{12i} - генератор мен шиналардың арасындағы өзара кедергі; α_{11i} - меншікті кедергінің қосымша бұрышы; α_{12i} - өзара кедергінің қосымша бұрышы, ρ_{0i}, P_{0i} - берілген тұрақты u_i - турбинаны басқару механизмінің басқарушы әсері.

Теңдеуге кіретін коэффициенттердің келесі мәндері берілсін (5): $T_{Ji} = 2400*10^4$, $P_{Ti} = 10357{,}48$, $D_i = 16*10^4$, $E_i = 588$, $U=525$, $z_{11i}=38$, $z_{12i}=85$, $\alpha_{11i}=1{,}53$, $\alpha_{12i}=0{,}33$, $T_{Pi}=251.2$, $\rho_{0i}=0.994$, $P_{0i}=11263$, $\sigma_{0i}=0.06$. Координаталарды $(\delta_i, S_i, P_{Ti})=(0.686,0,10357.48)$ нүктесіне көшіруді жүзеге асыра отырып, (16) теңдеулерді келесі түрде жазуға болады:

$$\begin{aligned} \frac{d\delta_i}{dt} &= S_i, \\ \frac{dS_i}{dt} &= c_i P_{Ti} - D_i S_i - f_i(\delta_i), \end{aligned} \tag{17}$$

$$\frac{dP_{Ti}}{dt} = A_i P_{Ti} + u_i,$$

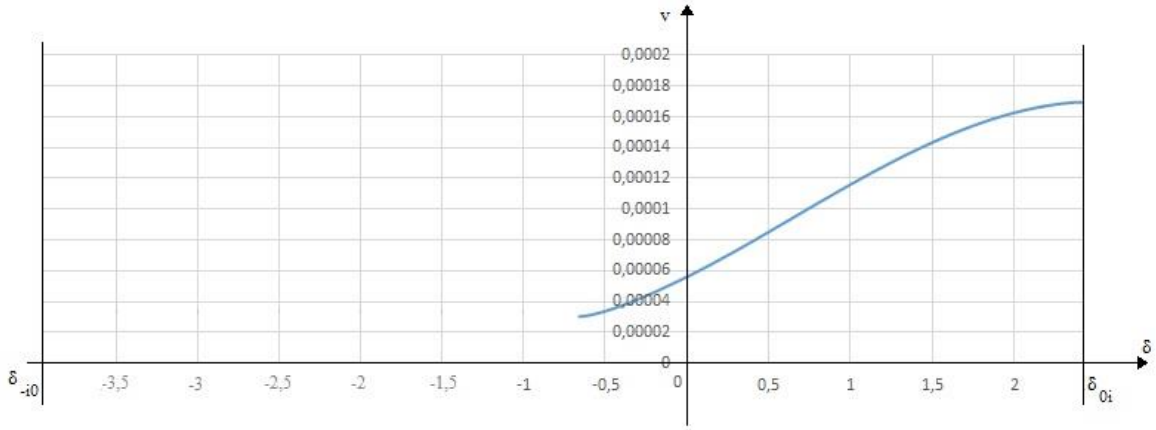
мұндағы D_i =50.5*10^{-4}, $f_i(\delta_i) = f_{0i}[\sin(\delta_i + \theta_{0i}) - sin\theta_{0i}]$, $f_{0i} = 1.513 * 10^{-4}$, $\theta_{0i} = 0.3562, c_i$=4.167*10^{-8}, A_i=-39.81*10^{-4}. $f_i(\delta_i)$ функциясы $\gamma_0^i = -0.5277 * 10^{-4} < 0$ кезеңіндегі орташа мәні бар үздіксіз - сараланатын 2 - периодтық функция болып табылады. Сонымен қатар, $f_i(\delta_i)$функциясы $\delta_i = 0$ және $\delta_i = \delta_{0i} = 2{,}429$ нүктелерінде $[0,2\pi)$ жиындарда нөлге айналатынын көрсетуге болады.

"Үлкенді" жүйенің тұрақтылығын зерттеу үшін (17) формуланы Ляпунов функциясы бар теореманы қолданып, келесі түрде жазамыз:

$$\tilde{v}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i) = \frac{1}{2} x_i^* H_i x_i + \frac{\varepsilon_{1i}}{2} S_i^2 + v_{0i}(\delta_i, S_i)$$

$G_{0i} = \left\{ \frac{\delta_i, S_i, P_{Ti}}{\delta_{-1i}} < \delta_i < \delta_{0i}, S_i \in R_i^1, P_{Ti} \in R_i^1 \right\}$ жолақтағы $R_i^3(\delta_i, S_i, P_{Ti})$ фазалық жазықтықта анықталған. Найдем область притяжения начала координат в полосе при управлении вида: $u_i = a_i^* x_i + \alpha_{1i} S_i + \alpha_{2i} \delta_i + \alpha_{3i} f_i(\delta_i)$. Түрді басқару кезінде G_{0i} жолағында координаталар бастасының тартылу аймағын табамыз. Бастапқы шарттар: $\delta_i = 0,\ S_i = 2.5 * 10^{-2},\ P_{Ti} = 0.$

1- суретте көрсетілгендей ұсынылған әдіс $\tilde{v}_{0i}(\delta_i, S_i, x_i) < \tilde{\tilde{v}}_{0i}$ теңсіздікпен анықталатын тартылыс аймағын дәл бағалауға мүмкіндік береді, мұндағы $\tilde{\tilde{v}}_{0i}$ өлшемдік мәні.



1-сурет. Тартылыс аймағы

Қорытынды. Бұл мақалада электр-энергетикалық жүйенің математикалық модельдері қарастырылған. Электр-энергетикалық жүйенің математикалық модельдерінің «үлкенді» орнықтылық шарттары алынды. Бұл шарттар екі синхронды машиналы жүйеге қолданылып, оның орнықтылығы көрсетілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. – М.: Гостехиздат, 1950. – 472 с.

[2] Калимолдаев М.Н., Абдилдаева А.А., Дузбаев Т.Проблемы устойчивости «в большом» многомерных фазовых систем (Invitedtalk) // Междунар. конф. Актуальные проблемы вычислительной и прикладной математики. – Новосибирск, Россия, 2014. – С.66.

[3] Kalimoldayev M.N., Abdildayeva A.A., Jenaliyev M.T. Optimal control problem of phase systems // ”3rdInternational Eurasian Conference On Mathematical Sciences and Applications (IECMSA - 2014)”. - Vienna, Austria, 2014. – P.137

[4] Kalimoldaev M.N., Abdildayeva A.A., Kopbosyn L.S., Duzbayev T. “Stability of movement "in the large" of some class of phase systems" // V Congress of the Turkic World Mathematicians. - Kyrgyzstan. Bishkek, 2014. – P.273.

[5] Калимолдаев М.Н., Копбосын Л.С., Абдилдаева А.А., Токаш А. Проблемы устойчивости «в большом» фазовых систем методом сравнения // Вестник КазНПУ имени Абая, серия «Физико-математические науки». – 2014. - №4(48). — С.60-66

[6] Калимолдаев М.Н., Дженалиев М.Т., Абдилдаева А.А., Ахметжанов М.А Об устойчивости фазовых систем при постоянно действующих возмущениях // ВЕСТНИК КазНИТУ. – 2016. - №2 (114). – С.413-418.

[7] Барбашин Е.А., Красовский Н.Н. Об устойчивости движения в целом // Доклады АН СССР. – 1962. – С. 115-120.

Калимолдаев М.Н., Абдилдаева А.А., Ахметжанов М.А.
Математическое моделирование устойчивых «в большом» сложных электроэнергетических систем
Резюме. В данной статье рассмотрены вопросы оценки областей притяжения устойчивых состояний равновесия, сложных электроэнергетических систем второго порядка и изолированных подсистем, на основе некоторой новой функции Ляпунова типа «кинетическая энергия плюс потенциальная энергия». Будут получены условия устойчивости «в большом» электроэнергетических систем. Эти условия применяются к двум синхронным машинным системам, с указанием их устойчивости.

УДК 531. 36: 534. 1

A.T. Tureshbaev, U.S. Omarova, O.A. Baymuratov

ABOUT EXISTENCE OF SPATIAL PERIODIC SOLUTIONS IN THE GENERALIZED PHOTO-GRAVITATION-BOUNDED THREE-BODY PROBLEM

Abstract: This article discusses a generalized photogravitational bounded three-body problem with two radiating masses. For many applied problems of celestial mechanics, an important role is played by periodic solutions of differential equations corresponding to periodic motions or periodic orbits of the studied cosmic objects. Application of Lyapunov's theorem allows us to prove the existence of periodic motions in a neighborhood of the origin. A dynamic model is presented that describes the spatial rectilinear periodic motions of micrometeorite particles and particles of gas-dust clouds of the interstellar medium in the field of binary stellar systems, as well as spacecraft with a solar sail.

Keywords: bounded three-body problem, Lyapunov theorem, the field of binary star systems, periodic motions.

А.Т. Турешбаев, У.Ш. Омарова, О.А. Баймуратов

ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯЛАНҒАН ФОТОСУРЕТ-ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ-ҮШ АҒЗАЛЫҚ ПРОБЛЕМА КЕЗІНДЕГІ ПЕРИОДИКАЛЫҚ ШЕШІМДЕРДІҢ БАР ЕКЕНДІГІ ТУРАЛЫ.

Аңдатпа: Бұл мақалада екі радиациялық массасы бар үш денелі жалпыланған фотогравитациялық есеп қарастырылады. Аспан механикасының көптеген қолданбалы есептерінде периодтық қозғалысқа немесе зерттелген ғарыштық объектілердің мерзімді орбиталарына сәйкес келетін дифференциалдық теңдеулердің периодтық шешімдері маңызды рөл атқарады. Ляпунов теоремасын қолдану периодты қозғалыстардың шыққан жерінде болуын дәлелдеуге мүмкіндік береді. Динамикалық модель микро-метеорит бөлшектері мен жұлдызаралық ортадағы газ-шаңды бұлт бөлшектерінің кеңістіктік тік сызықты периодты қозғалыстарын, сонымен қатар күн желкені бар ғарыш аппараттарын ұсынады.

Түйінді сөздер: шектелген үш денелік есеп, Ляпунов теоремасы, екілік жұлдыздық жүйелер өрісі, периодты қозғалыс.

Введение. Рассматривается обобщенная фотогравитационная ограниченная задача трех тел с двумя излучающими массами. Доказано, что в случае равных масс основных излучающих тел, обращающихся друг относительно друга по круговым орбитам, для определенного множества значений параметров системы в окрестности устойчивого начала координат существуют периодические движения.

Установлено, что в эллиптической задаче при достаточно малом эксцентриситете орбиты в окрестности компланарных точек, расположенных вне плоскости орбитального движения основных излучающих тел, существуют периодические движения с периодом, равным периоду вращения основных тел вокруг их общего центра масс.

Известно, что ограниченная фотогравитационная задача трех тел [1-4], также как и классическая задача [5], не имеет общего решения. Однако в работах [1-4], [6 ,7], посвященных динамике частицы в поле двух гравитирующих и одновременно излучающих тел, обращающихся относительно центра масс системы по круговым или эллиптическим орбитам, было установлено существование частных решений в виде трехпараметрического семейства коллинеарных, треугольных и компланарных точек либрации и исследована их устойчивость по Ляпунову[2, 3, 6, 8, 9]. Для многих прикладных задач небесной механики важную роль играют периодические решения дифференциальных уравнений, соответствующие периодическим движениям или периодическим орбитам исследуемых космических объектов [10,11].

Следовательно, установление существования периодических движений вблизи точных частных решений системы дифференциальных уравнений обобщенной ограниченной фотогравитационной задачи трех тел, в которой в отличие от классической задачи оба основных тела являются источниками излучения световой энергии, представляют собой особый интерес для современной небесной механики и космодинамики. Приложения фотогравитационной задачи трех тел более убедительны и многочисленны [1-10], чем классическая задача. Особенно, при изучении движения микрометеоритных частиц и частиц газопылевых облаков межзвездной среды в поле двойных звездных систем, а также космических аппаратов с солнечным парусом, фотогравитационная задача является едва ли единственной их адекватной динамической моделью [12, 13].

Такая, механическая система с высокой степенью точности может считаться изолированной (в отличие от всех других известных приложений задачи трех тел), так как возмущающее действие других звездных систем ничтожно мало вследствие их чрезвычайно большей удаленности. С другой стороны, считается, что такие двойные звезды системы составляют более половины всех известных звездных систем.

Поскольку, как гравитационная, так и репульсивная сила имеют одинаковую функциональную структуру (обе обратно пропорциональны квадрату расстояния от источника их воздействия), то их можно заменить одной силой, отличающейся от гравитационной некоторым коэффициентом (Q), представляющим отношение разности этих сил к гравитационной силе и называемым коэффициентом редукции массы источника, создающего гравитационно-репульсивное поле. Все физически допустимые значения коэффициента редукции подчинены неравенству $-\infty < Q<1$, (при Q=1 световое давление отсутствует, при $0<Q<1$ оно ослабляет гравитацию, а при $Q<0$ превосходит её) [2, 4]. Для него можно указать следующее выражение [9, 10].

$$Q = [1 - C\sigma/(fM)], \sigma = \varepsilon\, s/m. \tag{1}$$

В формуле (1) C – мощность излучения тела массой M, f – всемирная гравитационная постоянная, m и s - масса и площадь характерного сечения частицы, ε - коэффициент отражения. Таким образом, действующая на частицу сила зависит не только от характеристик силового поля, но и от параметров самой частицы в виде ее «парусности» σ, что, как увидим ниже, принципиально меняет (по сравнению с классической ограниченной задачей трех тел) характер положений относительного равновесия частиц во вращающейся вместе со звездами системе координат [13]-[19].

В эллиптическом варианте задачи (когда орбиты звездной пары эллиптические) уравнения движения частицы во вращающейся вместе со звездами в прямоугольной системе координат с началом в барицентре системы и осями Ox и Oy, расположенными в орбитальной плоскости звездной пары, имеют вид [2] (точка означает производную по истинной аномалии ν орбитального движения звездной пары, выполняющую роль времени)

$$\dot{x} - 2\dot{y} = \frac{\partial W}{\partial \chi},\ \ddot{y} + 2\dot{x} = \frac{\partial W}{\partial y},\ \ddot{Z} = \frac{\partial W}{\partial Z} \tag{2}$$

где x, y, z – безразмерные, отнесенные к расстоянию $r = p/(1+e\cos\nu)^{-1}$ между звездами (p и e – фокальный параметр и эксцентриситет относительного орбитального движения звездной пары) прямоугольные координаты частицы (координаты Нехвила), а W – силовая функция системы, равная

$$W = (1 + e\cos\nu)^{-1}[(\chi^2 + y^2 - Z^2 e\cos\nu)/2 + q_1(1-\mu)/r_1 + q_1\mu/r_2] \tag{3}$$

$$r_1 = [(X+\mu)^2 + y^2 + z^2]^{1/2}, \tag{4}$$

$$r_2 = [(X-1+\mu)^2 + y^2 + z^2]^{1/2} \tag{5}$$

Здесь μ и $1-\mu$ - безразмерные массы звезд, отнесенные к их общей массе, а q_1 и q_2 - коэффициенты редукции их массы.

1. Пространственные прямолинейные периодические движения

В уравнениях (2) при e=0 рассматривая случай равных масс $\mu = 1-\mu = 0.5,$ в круговой задаче будем искать их частное решение как

$$x = \dot{x} = y = \dot{y} = 0 \quad z \neq 0 \tag{6}$$

При этом два первых уравнения системы (2) удовлетворяются тождественно. Тогда уравнение движения изучаемой частицы примет вид:

$$\ddot{z} = \frac{\partial W}{\partial z} = -\frac{\partial \Pi}{\partial z} = -\frac{4(q_1+q_2)z}{\sqrt{(1+4z^2)^3}} \tag{7}$$

где $W = -\Pi = \frac{q_1+q_2}{\sqrt{1+4z^2}}$- силовая функция, соответствующая $\mu = 0.5$.

Из (7) видно, что z=0 соответствует положению равновесия системы, а само уравнение имеет очевидный первый интеграл

$$\frac{1}{2}(\dot{z})^2 + \Pi(z) = h \tag{8}$$

представляющий собой интеграл энергии, из которого мы находим

$$\dot{z} = \pm\sqrt{2(p - \Pi(z))}. \tag{9}$$

Потенциальная энергия $\Pi(z)$ в точке z=0 при $q_1 + q_2 > 0$ имеет изолированный минимум. Нетрудно убедиться в том, что фазовые траектории частицы в достаточно малой окрестности положения равновесия (начала координат) представляют собой замкнутые кривые. Таким образом, движения, которые описывают частицы, являются периодическими. Следовательно, и все решения уравнения (9) в окрестности минимума потенциальной энергии, будут периодическими.

Из (7) с учетом (9) определим период

$$\tau = \int_0^{\alpha} \frac{\sqrt[4]{1+4z^2}}{\sqrt{2[q_1+q_2+h\sqrt{1+4z^2}]}} dz \tag{10}$$

где α =корень уравнения $q_1 + q_2 + h\sqrt{1+4z^2}$=0 относительно z.

Итак, полученное нами решение имеет место при условии x=y=0. Однако теорема Ляпунова позволяет доказать существование периодических движений в окрестности начало координат, когда x и y ≠0. Для этого надо быть уверенным в существовании голоморфного первого интеграла и в отсутствии у системы корней вида ±2mi, где m=0,1,2, …. Таким интегралом системы является

$$\mathrm{H} = \mathrm{T} - W = \frac{1}{2}(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) - \delta W + \ldots = \bar{h} \tag{11}$$

Теперь составим уравнения возмущенного движения в окрестности положения равновесия$x^* = y^* = z^* = 0$. Для этого в системе (7) полагая (при e=0)

$$\xi = x - x^* \quad \eta = y - y^* \text{ и } \quad \zeta = z - z^*$$

имеем:$(x^* = y^* = z^* = 0)$

$$\ddot{x} - 2\dot{y} = \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}\right)_0 x + \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}\right)_0 y + \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial z}\right)_0 z + \ldots,$$

$$\ddot{y} + 2\dot{x} = \left(\frac{\partial^2 W}{\partial y \partial x}\right)_0 x + \left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2}\right)_0 y + \left(\frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z}\right)_0 z + \ldots, \tag{12}$$

$$\ddot{z} = \left(\frac{\partial^2 W}{\partial z \partial y}\right)_0 x + \left(\frac{\partial^2 W}{\partial z \partial y}\right)_0 y + \left(\frac{\partial^2 W}{\partial z^2}\right)_0 z + \ldots,$$

где индекс "0" означает результат подстановки x=y=z=0

Вычислим вторые производные:

$$\left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}\right)_0 = -c_1 = 1 + 8(q_1 + q_2),$$

$$\left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2}\right)_0 = -c_2 = 1 - 4(q_1 + q_2), \qquad (13)$$

$$\left(\frac{\partial^2 W}{\partial z^2}\right)_0 = -c_3 = -4(q_1 + q_2)$$

Здесь c_1, c_2, c_3 – коэффициент устойчивости.

Тогда уравнения возмущенного движения системы в вариациях имеет вид:

$$\begin{gathered} \ddot{x} - 2\dot{y} - \left(1 + 8(q_1 + q_2)\right)x = 0, \\ \ddot{y} - 2\dot{x} - \left(1 - 4(q_1 + q_2)\right)y = 0, \\ \ddot{z} + 4(q_1 + q_2)z = 0. \end{gathered} \qquad (14)$$

Характеристическое уравнение системы (14) равно

$$\begin{gathered} \lambda^4 + 2(1 + 2a)\lambda^2 + 1 + 4a - 32a^2 = 0, \\ \lambda^2 + 4a = 0, q = q_1 + q_2, q_i \epsilon (-\infty, 1)\ (i = 1,2) \end{gathered} \qquad (15)$$

Вывод

Как видим из (15), при определенных значениях параметров q_1 и q_2 система может допускать пару чисто мнимых простых корней. Следовательно, условия теоремы Ляпунова [11, 12], гарантирующие существование периодических по t, аналитически зависящих от одного параметра (начального отклонения, например, величины z) решений выполнены.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Радзиевский В. В. Ограниченная задача трех тел с учетом светового давления // Астрон. ж. 1950. Т. 27. №4. С. 249-256.

[2] Kunitsin A.L., Tureshbaev A. T. On the collinear libzation points in the photo-gravitional three-body problem // Celest. Mech., 1985. V. 35, P. 105-112.

[3] Куницын А. Л., Турешбаев А. Т. Устойчивость треугольных точек либрации. ФЗТТ. // Письма в АЖ. 1985. т. 2. № 2. с. 145-148.

[4] Shuerman D.W. The restricted three- body problem including radiation pressure. – astrophysical journal, 1980. V. 238. №1. P. 337-342.

[5] Дубошин Г. Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы. М.: Наука, 1964, 560 с.

[6] Турешбаев А. Т. Об устойчивости компланарных точек либрации фотогравитационной задачи трех тел // Письма в Астрон. ж. 1986. Т. 12. №9. С. 722-725.

[7] Лукьянов Л .Г. О семействе точек либрации в ограниченной фотогравита ционной задаче трех тел // Астрон. ж. 1988. Т. 65. №2. С. 422-432.

[8] Пережогин А. А., Турешбаев А. Т. // Астрон. журн. т. 66, вып. 4, с. 859-865.

[9] Турешбаев А.Т., Омарова У.Ш., Мырзахметова С.Е. Положения относительного равновесия космического аппарата с солнечным парусом в поле двойной звезды. Издательство «БялГРАД-БГ» ООД Материалы VI международной научно-практической конференции. Сборник трудов (научный журнал) «Современные научные достижения – 2010» Секция Прикладная математика , 17-25 февраля 2010г, том 11, г. София 2010г. – С. 12-17-6 стр.

[10] Тхай. В. Н. Неподвижные множества и симметричные периодические движения обратных механических систем. ПММ. 1996. т. 60. Вып. 6, с. 979-991.

[11] Тхай. В. Н. Ляпуновские семейства периодических движений в обратимой системе. ППМ. 2000. т. 64. 1. с. 46-58.

[12] Kunitsyn A. L., Polyakhova E .N. The restricted photogravitational three-body problem: a modern state // Astron and Astrophys. Trans. 1995. V. 6. №4. P. 283-293.

[13] Куницын А. Л., Чудаева А. М. Об устойчивости скоплений микрочастиц гравитационно-репульсивном поле бинарных звездных систем // ПММ. 2003. Т. 67. вып. 5. С. 731

[14] Малкин И. Г. Некоторые задачи теорий нелинейных колебаний. М.Гос.изд.технико-теоритической литературы. 1956. 288 С.

[15] Моисеев Н. Н. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1981. 400 С.

[16] Турешбаев А.Т., Мырзаев Р.С., Омарова У.Ш. Устойчивость колинеарных точек либрации в фотогравитационной задаче трех тел с двумя излучающими массами. Устойчивость и колебания нелинейных систем управления: Материалы XIV Международной конференции, октябрь 2018 г., Москва- М.: ИПУ РАН, 2018. С. 439-442.

[17] Турешбаев А.Т., Мырзаев Р.С., Омарова У.Ш. Об устойчивости компланарных точек либрации и периодические движения в фотогравитационной задаче трех тел. Материалы Первой Международной конференция «Проблемы механики и управления» (16-22 сентября2018 г., г. Махачкала) – М.: Издательство МГУ им. Ломоносова, 2018. – С. 396-400.

[18] Омарова У.Ш., Турешбаев А.Т., Енсебаева Г.М., Нурова Г.Ж. Об периодических решениях фотогравитационной задачи трёх тел// Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 52. – С. 109-112

[19] Турешбаев А.Т., Омарова У.Ш., Енсебаева Г.М., Иманова Ж.У. Устойчивость прямо линейных стационарных точек ограниченной задачи трех тел с двумя излучающими массами. Международная научная конференция «Теоретические и прикладные проблемы математики, механики и информатики», Кар. Гос. Универ. им. Е.А. Букетова г. Караганда, 24-26 июня 2010 г. – С. 166-168.

Турешбаев А.Т., Омарова У.Ш., Баймуратов О.А.

О существовании пространственных периодических решений в обобщённой фотогравитационной ограниченной задаче трех тел

Аннотация: В данной статье рассматривается обобщенная фотогравитационная ограниченная задача трех тел с двумя излучающими массами. Для многих прикладных задач небесной механики важную роль играют периодические решения дифференциальных уравнений, соответствующие периодическим движениям или периодическим орбитам исследуемых космических объектов. Применение теоремы Ляпунова позволяет доказать существование периодических движений в окрестности начало координат. Представлена динамическая модель, которая описывает пространственные прямолинейные периодические движения микро метеоритных частиц и частиц газопылевых облаков межзвездной среды в поле двойных звездных систем, а также космических аппаратов с солнечным парусом.

Ключевые слова: ограниченная задача трех тел, теорема Ляпунова, поле двойных звездных систем, периодические движения.

ӘОЖ 621.03

[1]R.E. Sakenova, [1]N.K. Erdybaeva, [2]A.D. Pogrebnjak, [3]M.K. Kylyshkanov,

([1] D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.
[2]Center for Priority Development «Veritas», D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; Sumy State University, Ukraine.
[3]«Ulba Metallurgical Plant» JSC, Ust-Kamenogorsk Kazakhstan.
E-mail: Sakenova_rimma@mail.ru)

MICROSTRUCTURE AND ELEMENT COMPOSITION OF MULTILAYER COATINGS BASED ON (CrN/ZrN)/(Cr/Zr)

Abstract. A special coating architecture, which consisted of 8 metallic and 40 nitride bilayers in each modulation period, was developed and then used. The thickness of single metallic bilayer was 16 nm, while the thickness of nitride bilayer was 25 nm. Microstructure studies showed mainly the presence of cubic CrN and ZrN with (200) and (111)/(200) preferential orientations, respectively. The analysis of the defect structure near the CrN and ZrN layer interfaces revealed the presence of dislocations, despite the small size of nanolayers and nanocrystallites, and the disorientation of the planes of nanocrystallites.

Key words: vacuum-arc method, multilayer coatings, cathode arc, microstructure, two-phase state, , microhardness, wear resistance.

[1]Р.Е.Сакенова, [1]Н.К.Ердыбаева, [2]О.Д. Погребняк, [3]М.К.Кылышканов,
([1]Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан Мемлекеттік Техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан.
[2]Сумы мемлекеттік университеті, Сумы қ.,Украина.
[3] «Үлбі металлургия зауыты» АҚ, Өскемен қ., Қазақстан.
E-mail: Sakenova_rimma@mail.ru)

(CrN/ZrN)/(Cr/Zr) НЕГІЗІНДЕГІ КӨП ҚАБАТТЫ ЖАБЫННЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫ

Аңдатпа. Әр модуляция кезеңінде 8 металдан және 40 нитридті екі қабаттан тұратын жабынның арнайы архитектурасы жасалынып, қолданылған. Металдан құралған жеке қабаттың қалыңдығы 16 нм, ал нитридті қабаттың қалыңдығы 25 нм болды. Микроқұрылымдық зерттеулер негізінен CrN және ZrN (200) және (111)/(200) кубтық мөлшерінің басымдығын көрсетті. CrN және ZrN қабаттары арасындағы ақаулар құрылымын талдауда наноқабаттар мен нанокристаллдардың аз мөлшеріне қарамастан, нанокристалиттер жазықтығында ығыстырулар мен орын ауыстырулар болатындығы анықталды.

Түйін сөз: вакуумды-доға әдісі, көп қабатты жабын, катодты доға, микроқұрылым, екі фазалы күй, ,микроқаттылық, тозуға төзімділік.

Кіріспе

Беттің модификациясы құрал мен бұйымдардың қызмет ету мерзімін арттыру үшін ең тиімді және экономикалық тұрақты шешімдердің бірі болып табылатыны белгілі. Бұл қатты жабындарды алу арқылы оңай қол жеткізуге болады. Қорғанысы қатты жабындарының арасында танылған әлемдік көшбасшылар металл нитридтері TiN және 1960-шы жылдардан бастап ең көп қолданылатын қатты жабынды қалайы болып табылады. Бірақ қалайы жабындары, металдың бір қабатты бинарлы нитридтері сияқты, кесетін құрал-сайманның қазіргі заманғы талаптарға және экологиялық жағдайларға сәйкес келмейді [1].

Жабындардың қаттылығын арттыру жөніндегі көптеген тәсілдер түйіннің өлшемін өзгерту арқылы ұсынылатын материалдар Холл-Петчінің эффектісіне негізделген [2]. Дегенмен, қатты жабындар әдетте нәзік, және зақымдануларға қарсы тұру үшін тиісті серпімділік қасиеттері мен беріктігін сақтау маңызды. Көп қабатты жабындар конструкциясы қабатаралық беттерге дейін жарықтардың таралуын болдырмауға мүмкіндік береді, бұл көптеген жарияланған мәліметтермен және эксперименталды жұмыстармен расталған [3].

Металл /керамикалық және керамикалық/ керамикалық қабықшаларының маңызды артықшылықтарын ескере отырып, біз «қатты» және «жұмсақ» көп қабатты қабықшаларды көп қабатты жабындарда ауыспалы қабаттар ретінде біріктіре отырып, Arc-PVD жабындарының құрама дизайн тұжырымдамасын қолдандық (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) [5,6].

Атап айтқанда, цирконий пленкалары жылу өткізгіштігі төмен, сыну қаттылығы жоғары, ионды өткізгіштігі жоғары перспективалы материалдар ретінде қарастырылады. Оларды жылуды ұстап тұруға, оптикалық сүзгілерге, лазерлік айналарға, микроэлектроникадағы жапқыштардың балама диэлектриктеріне, дене имплантаттарына, тістерді қалпына келтіруге құралдар алуға қолданады. Хром пленкалары жоғары механикалық қасиеттердің, үйкеліс коэффициентінің және коррозияға төзімділіктің арқасында материалдарды тозу мен коррозиядан жақсы қорғауға ықпал етеді. Жоғарыда көрсетілген металдарға негізделген нитридтер бойынша әдеби деректер олардың тамаша механикалық және физикалық-химиялық қасиеттері туралы жазады [7].

Бұл жұмыста көп қабатты (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) жабындардың күрделі микроқұрылымы, элементтің құрамы, кернеулі-деформацияланған күйі мен механикалық қасиеттері арасындағы өзара байланыс зерттелді.

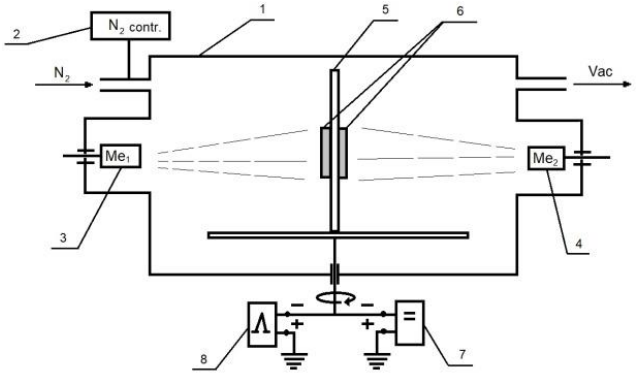
Материал және зерттеу әдістер

Материал ретінде (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) негізіндегі көп қабатты жабындылар, катод ретінде хром және цирконий таңдалды. Тұндыру үшін тот баспайтын болаттан жасалған 12Х18Н9Т жылтыратылған төсеніштер пайдаланылды. Arc-PVD құралына тиісті пленкаға тамшылардың түсуін болдырмау үшін арнайы сүзу жүйесімен жабдықталған. Тот баспайтын болаттан жасалған

жылтыратылған беттер (12Х18Н9Т- SUS321 және 321S20 маркасына ұқсас) жабынды жағу үшін пайдаланылды.

Көп қабатты жабындар екі буландырғыштан тұратын "Булат-6" вакуумдық-доғалық аспабында катодтарды вакуумдық-доғалық булау жолымен жағылуы, бұл наноқұрылымдық көп қабатты жабындарды алуға мүмкіндік береді.

1-суретте тұндыру жүйесінің принципті сұлбасы көрсетілген. Көп қабатты жабындар Болат-6 қондырғысын пайдалана отырып, хром және цирконий катодтарының катодты-доғалық тозаңдауымен (немесе Arc-PVD) жағылды.



1-сурет. Көп қабатты жабындарды тұндыру вакуумдық-доғалы жүйесінің принциптік схемасы:
1 - вакуумдық камера, 2-азот беруді автоматты реттеу жүйесі, 3-хром катоды, 4-қорек блогы,
5 - төсеніш ұстаушы, 6 - төсеніш, 7 - вакуумдық сорғы жүйесі, 8 - цирконий катоды,
9 - төсеніштің қоректену көзі, 10-төсенішті ұстағыштың автоматты айналу жүйесі [8].

Төсенішті ұстағыштың айналуы кезектесетін қабаттардың орналасуына жағдай жасайды, ал тұндыру камерасында азотты бүркуді тоқтату нитридті және таза металл қабаттарды тұндыруға мүмкіндік берді.

Төсеніштің химиялық құрамы (мас.C ≤ 0,12; Si ≤ 0,8; Mn ≤ 2,0; Cr в 17-20; ni в 8-11; Ti <0,8. Төсем өлшемі ені мен ұзындығы бойынша 15 мм және қалыңдығы бойынша 2 мм болды. Болаттың мұндай түрі әдетте жақсартылған физика-механикалық қасиеттері бар жабындарды жағу үшін төсем ретінде қолданылады. Бұл болаттың жоғары өнімділігі, ыстыққа төзімділігі және коррозияға төзімділігі қасиеттері болаттың басқа маркаларына қарағанда жоғары. Сонымен қатар, оның жарамдылық мерзімі ұзақ, сондықтан оған қолданылатын жабынның қызмет ету мерзімін ұзартуға болады [9].

Жабынды алу үшін, тұндыру процесінің алдында төсеніш беті 15 минут ішінде теріс потенциалды -1,3 кВ қолдана отырып, металды иондармен бомбалау арқылы тазартылып, іске қосылды. Тазалау процесі I_{arc} 120 және 100 А доға тоғының ұстағышының үздіксіз айналуы Cr (Х99 хром өзегі, тазалығы 99%) және Zr (цирконийдің таза вакуум балқымасының өзегі, тазалығы 99,99%) катодтары үшін тиісінше жүргізілді. Үлгі ұстаушы 8 айн/мин жылдамдықпен тұндыру процесінде тұрақты айналды. Нитридтер мен металлдық макроқұрылымдарын тұндыру үшін тұндырғышқа алдын ала белгіленген уақытта P_N азоттың қысымы енгізіліп және камерадан уақытымен шығарылып отырды. Катодтардан үлгілерге дейінгі қашықтық 200 мм деңгейде сақталды. Тұндыру шарттары туралы толық ақпарат 1 кестеде келтірілген.

Кесте 1. **Көп қабатты (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) жабындарды жағу шарттары.**

Макро-екі қабатты	Макрослойды тұндыру уақыты	Азот қысымы P_N, Па	Доға тогы I_{arc}, А		Теріс потенциал U_b, V	Жалпы тұндыру уақыты	Төсеніш ұстаушы режимі
			Cr	Zr			
Метал Cr/Zr	1 мин	0.003	100	100	-20	5.5 с	Үздіксіз айналу 8айн/ мин
CrN/ZrN нитрид	5 мин	0.533					

Алынған нәтижелер және оларды талдау

Зерттеу нәтижелері кезінде алынған мәліметтер бойынша сипаттама жасалды. CrN(001)/ZrN(001) гетероқұрылымдарын (бұдан әрі-CrN/ZrN гетероқұрылымдары) зерттеу үшін біз 64-атомдық ерекше ұяшықтан B1(NaCl)-CrN және B1-ZrN кубтық ұяшықтардан құралған 128-атомдық аса ерекше ұяшықтарды қарастырдық. B1-CrN (4.106 Å) және B1-ZrN (4.595 Å) үшін тордың есептелген параметрлері сәйкесінше 4.14Å және 4.60Å эксперименттік мәндерімен салыстырылады.

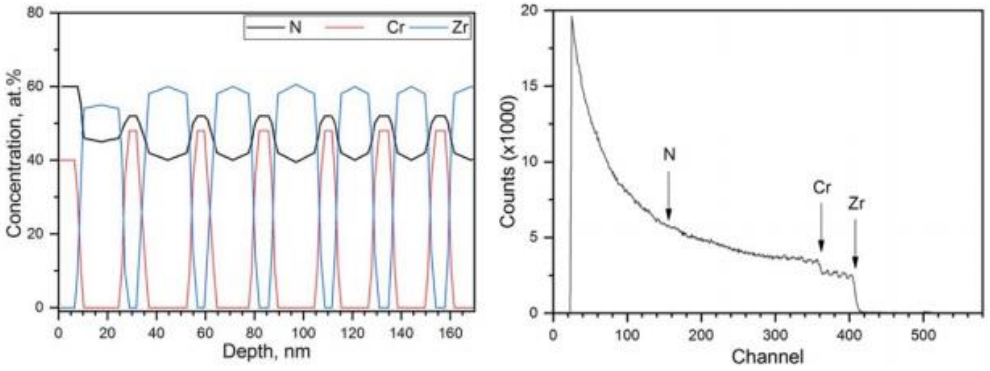
2-кестеде B1-CrN және B1-ZrN үшін константалар мен модульдер серпімділігін есептеулер нәтижесі басқа эксперименттік және теориялық зерттеулерде алынған деректермен салыстырмалы түрде көрсетілген. Есептелген мәндер басқа авторлардың тәжірибелік және теориялық сипаттамаларына сәйкес келеді, бұл біздің таңдаған есептеу жүйесінің дұрыстығын растайды.

Кесте 2. **Эластикалық тұрақтылар (C_{ij}), Хилланың көлемдік модулі (B), жылжу модулі (G), Юнга модулі (E) және Виккерс бойынша қаттылық (HV). Барлық сипаттамалар ГПа-да көрсетілген.**

Фаза	C11	C12	C44	B	G	E	Hv
CrN	583.1 (540)[a] {516}[d] {538}[e] {569}[f] {649}[e]	121.3 (27)[a] {115}[d] {88}[e] {209}[f] {99}[e]	123.0 (88)[a] {116}[d] {143}[e] {4.6}[f] {145}[e]	275.0 {248}[d] {329.1}[f] {282}[e]	158.5 {41.2}[f] {188}[e]	398.8 (400)[b] {118.7}[f] {461}[e]	17.3 (17.8)[c]
ZrN	498.0 (454)[g] {524}[j]	124.6 (121)[g] {107}[j]	111.7 (124)[g] {118}[j]	249.1 (216,240)[h] {246}[j] (240,285) [k]	137.4 (138,155)[h] {149}[j]	348.1 (390,392)[h] {372}[j]	14.8 (15.0)[i]

EDS-пен SEM әдісімен алынганн көп қабатты құрылым мен элементтік құрамды зерттеу нәтижелерін нақтылау және толықтыру үшін RBS талдауы жүргізілді. Бұл көптеген қосымшаларда анықтамалық әдіс ретінде пайдаланылуы мүмкін, жоғары дәлдікті бұзбайтын құрал. Сәуле диаметрі шамамен 1 мм болғандықтан, қабаттар қалыңдығының орташалануы үлкен аймақта өтеді. Алынған Cr, Zr және N элементтері тереңдігінің профильдері талданатын аймақтағы қабаттардың біркелкілігін көрсетеді (сурет. 3a) [10]. RBS көп қабатты құрылым мен қарастырылып жатқан жабынның тереңдігін кесіндеуге, химиялық құрамын бағалауға арналған қуатты құрал ретінде дәлелденген.

Алайда RBS әдісі жеңіл элементтердің сандық идентификациясының жоғары дәлдігімен сипатталмаған, әсіресе сигналға Cr немесе Zr сияқты ауыр элементтердің компоненттері салынған кезде байқалады. Осылайша, элементтік құрам тереңдігінің профилі үшін RBS талдау кезінде азот құрамының қателігі 10% немесе одан жоғары болуы мүмкін.

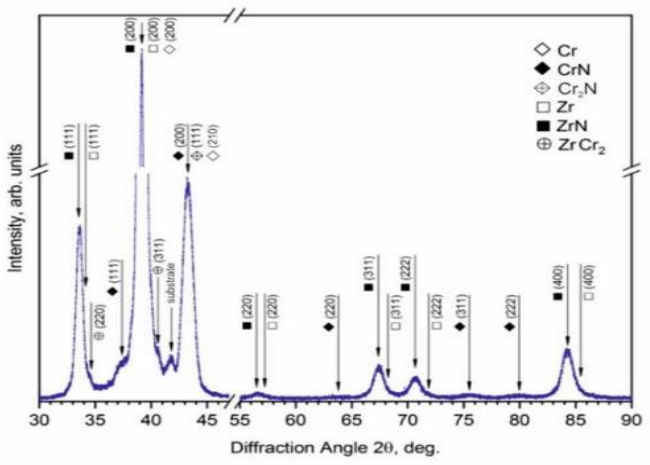


3-сурет. (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) жабындары үшін RBS талдау нәтижелері: (a) құрамның тереңдігінің профилі; (b) RBS спектрлері.

3 (b) суретте көрсетілген энергетикалық спектр көп қабатты металлды (нитридті) жұқа қабықшаларға арналған, сондықтан қалыңдығы жоғары болады [11].

Спектр алғашқы 5 қабаттың элементтік құрамын анық көрсетеді. Бірінші төрт шыңы Zr-ге сәйкес келеді, ал бесінші Cr арналардың ең төменгі нөмірлері Zr қалыңдығына қарай жылжиды. Келесі Cr және Zr шыңдары жекелеген қабаттың қалыңдығына байланысты қабаттасады және 290-шы каналдан кейін шыңдар нашар байқалады. Қалыңдықты өлшегенде CrN үшін 10 нм және қалың ZrN қабаттары үшін 16-18 нм болды. Осылайша, CrN/ZrN микро қабаттардың қалыңдығы λ_N 26-28 нм болды.

(CrN/ZrN)/(Cr/Zr) көп қабатты қабықшалар үшін θ/2θ геометриясында орындалған XRD талдау нәтижелері 4 суретте көрсетілген. Суретте таңдамалы аймақ 2θ көрсетілген, өйткені фондағы қарқындылық 30º-дан төмен емес және 90º 2θ-ден жоғары болмағандығы анықталды. Үлгілердің күрделі құрылымына байланысты дифракциялық кескінде әр түрлі фазаларға арналған көптеген дифракциялық жазықтықтардың бар екендігі байқалды. Кейбір шыңдардың қабаттасуы да орын алады. 2θ функциясы ретінде шыңның нақты орналасу жағдайын дәл алу үшін Рахингердің модификацияланған әдісі қолданылды [12]. Ол дифракциялық жазықтықтар шыңының нақты орналасуын анықтау үшін толқынның өлшенген ұзындығын (0,154186 нм) қолданады. Бұл нәтижеден алты фаза бар екендігі анықталды: CrN, Cr2N, ZrN, Cr, Zr және ZrCr2. ZrN фазасы түйіршіктелген текше ұяшығы ретінде анықталды (ICDD № 00-035-0753). ZrN фазасы fcc деп анықталды (ICDD № 00-035-0753). Хром нитридінің қабаттары CrN fcc (ICDD No. 00-011-0065) ретінде анықталды, ол шағын көлемді үлесімен Cr_2N (ICDD №03-065-7258) түйіршіктелген текше ұяшығы ретінде танылады. Металл қабаттары bcc Cr (ICDD № 00-006-0694) және fcc-Zr (ICDD № 01-088-2329) деп анықталды [13].



4-сурет. Болат төсенішке жағылған көп қабатты (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) жабындардың рентгенограммасы.

Нитрит қабаттары үшін түйіршіктелген текше ұяшығы (200) анық байқалады. (111) ZrN және (111) CrN аз қарқынды шыңдар 33,5° және 37,2° 2θ кезінде байқалады. Нитрид фазасынан басқа да аз қарқынды шыңдар көрінді: (220), (311), (222) және (400). CrN қабаттарында шағын Cr_2N фазасының түзілуін атап өткен жөн. Нәтижелер 43,6 °-та орналасқан кең шыңның (200) CrN және (111) Cr_2N қоспаларына сәйкес келетіндігін көрсетеді. Жұқа металл қабаттарындағы дифракция алынған рентген спектрлеріне айтарлықтай аз үлес қосады. Цирконий шыңдары (111) және (200) жоғары қарқынды нитридті фазалармен қабаттасады. Басқа Zr шыңдары, мысалы (220), (311), (222) және (400) ZrN фазасының тиісті шыңдарымен қабаттасады және олардың кеңеюіне себеп болады. Металл Cr қабаттары қалыңдығы төмен болғандықтан рентгенограммаға аз әсер етеді. Тағы бір себебі басқа қабаттардағы кристалдармен салыстырғанда дифрактограммаға үлес қосатын кристаллдар санының азаюы болуы мүмкін.

Жабындылар Arc-PVD көмегімен алынғандықтан, олар ICDD карталарымен салыстырғанда алынған дифракционды жазықтықтар үшін қарқынды айырмашылықтары бойынша бағалануы мүмкін өсудің кристаллографиялық құрылымын қамтиды. Әлбетте, сандық жағынан ZrN фазасының интенсивтілігі басқа фазаларға қарағанда анағұрлым жоғары.

XRD талдау спектрі дифракциялық шыңдардың ығысуын көрсетеді. Яғни, нитридтер шыңдары кішірек бұрыштарға, ал металл шыңдары 2θ-ден жоғары мәндерге бағытталған. Шыңның орналасуындағы шамалы айырмашылық жабындардағы әртүрлі деформациялармен түсіндіріледі.

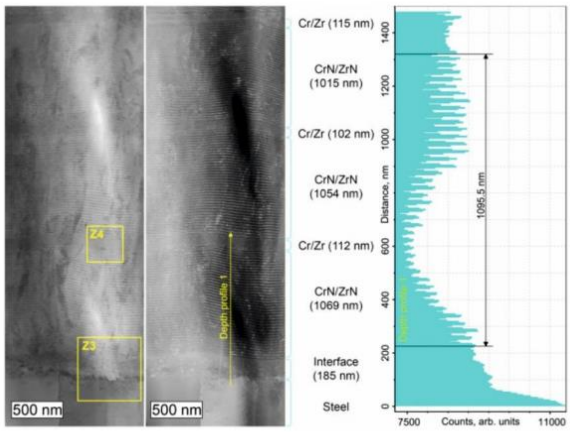
Деформация себептерінің бірі тордың сәйкес келмеуінен құрылымдық флуктуация болып табылады, орналасу тығыздығы мен астық мөлшері әр жеке қабаттың қалыңдығына байланысты болады [14], [15].

Кристаллдардың есептелген мөлшері және көп қабатты (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) жабындарының нақтыланған құрылымдық параметрлері 3-кестеде көрсетілген.

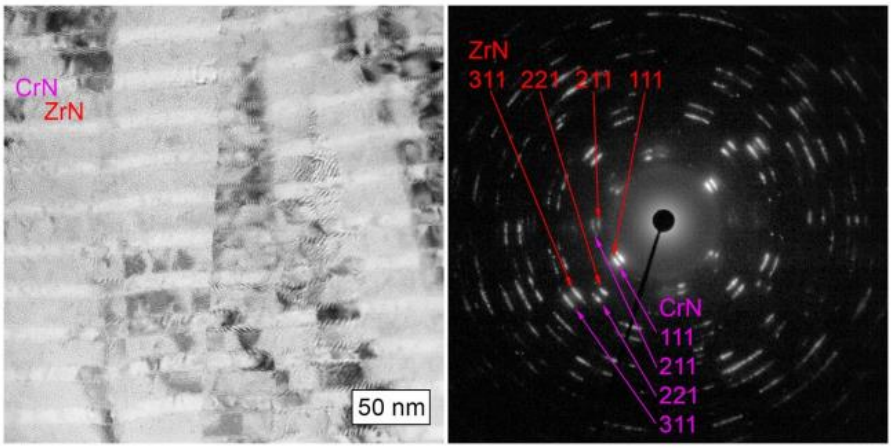
Кесте 3. **Жабындардың есептік және стандартты наноқұрылымдық параметрлері.**

Фаза	h, k, l	Стандартты торлар тұрақтысы a, Å	Эксперименттік торлар тұрақтысы a, Å	Стандарт $2\theta_0$, °	Эксперименттік 2θ, °	Жазықтықтар арасындағы стандартты арақашықтық d_0, Å	Жазықтықтар арасындағы эксперименттік арақашықтық d, Å	Түйіннің орташа өлшемі L, нм
Cr	200	4.58	-	39.23	39.45	2.29	-	-
	210			44.09	44.31	2.05	-	
CrN	111	4.14	4.19	37.60	37.20	2.39	2.36	9.1
	200			43.70	43.45	2.07	2.03	
	220			63.51	63.30	1.46	1.42	
	311			76.21	76.03.	1.25	1.24	
	222			80.26	80.01	1.20	1.21	
Cr_2N	111	4.57		43.16	43.00	2.09	-	-
Zr	111	4.53	-	34.25	34.52	2.61	2.59	
	200			39.76	39.92	2.27	2.24	
	220			57.49	57.63	1.60	1.57	
	311			68.65	68.87	1.37	1.36	
	222			72.16	72.43	1.31	-	
	400			85.70	85.94	1.13	-	
ZrN	111	4.58	4.60	33.89	33.69	2.64	2.63	12.6
	200			39.33	39.10	2.29	2.27	
	220			56.84	56.62	1.61	1.59	
	311			67.85	67.56	1.38	1.36	
	222			71.31	71.09	1.32	1.32	
	400			84.61	84.38	1.14	1.15	
$ZrCr_2$	320	7.19	-	35.27	34.3	2.54	-	-
	311			41.61	41.52	2.17	-	

5-суретте жарық ортада (BF-STEM) (a) жарық түсіретін электрондық микроскопияның бейнесі және табанның төменгі жағында (b) қараңғы ортада (HAADFSTEM) сақиналы жарық түсіретін электрондық микроскопиялық құралдың бейнесі көрсетілген. HAADF-STEM кескіні SEM бақылауларына сәйкес келетін нанометр диапазонында микро масштабта және нанометриялық диапазонда металл модуляцияда қалың модуляциясы бар қабаттардың тұрақты құрылымы мен мерзімді нитридті қабаттардың болуын анық көрсетеді. 5 (a) суреттегі Z_3 және Z_4 аудандары бұдан әрі EDS элементтерін картаға түсіру үшін таңдалған аудандарды көрсетеді., 5 (b) суретіндн сары сызық аймағы, 5(c) суретінде сызық көшірмесін қай аймақтан алғаны бейнеленген. Суретте нитридті қос қабаттың қалыңдығы шамамен 1095 нм болатындығы көрсетілген. Бұл жоғарғы торда CrN/ZrN орташа ұзындығы 25 нм болатын 40 қос слойлар бар. Металл қабатынның қалыңдығы 100 нм, әр қос қабаттардың орташа қалыңдығы 16 нм.



5-сурет. BF-TEM (a) және HAADF-STEM (b) жабындыларының кескіндері (CrN/ZrN)/(Cr/Zr). Қарқындылық профилі (c) сары сызық бойымен HAADF-STEM белгіленген аймақтан алынған



6-сурет. Көп қабатты (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) жабындарының CrN/ZrN аймағының BF-TEM және SAED сызбасы.

6-суретте нитрид қабаттарының аз үлкейтілуі және сәйкес SAED үлгісі бар TEM бейнесі көрсетілген. Осындай өсу кезінде ZrN қабаттарының CrN қабаттарына қарағанда қалыңдығы айқын көрінеді. Атап айтқанда, ZrN қабаттарының орташа қалыңдығы 15 нм, ал CrN қабаттарының орташа қалыңдығы 9 нм.

Қорытынды

Жұмыста көп қабатты наноқұрылымды (CrN/ZrN)/(Cr/Zr) қалың нитридті қабаттары және жұқа металл қабаттары бар жабындар зерттелді. Жабынның беттік және көлденең қималарын зерттеуде жазық қабаттармен және Cr, Zr, CrN және ZrN қабықшалары арасындағы жабынның сапасының жоғары екенін көрсетті. Микро-және наноқұрылымды талдаулар ауыспалы металдардың кубтық фазалары бар поликристалды қабықшалардың және олардың нитридтерінің болуын көрсетті. CrN және ZrN екі негізгі фазасы(200) және(111)/(200) жазықтықтарда кристалдардың өсуі байқалды.

Зерттеу нәтижелерінде алты фаза бар екендігі анықталды: CrN, Cr2N, ZrN, Cr, Zr және ZrCr2. ZrN фазасы түйіршіктелген текше ұяшығы ретінде анықталды. Нитрит қабаттары үшін түйіршіктелген текше ұяшығы (200) анық байқалады. (111) ZrN және (111) CrN аз қарқынды шыңдар 33,5° және 37,2° 2θ кезінде байқалады. Нитрид фазасынан басқа да аз қарқынды шыңдар көрінді: (220), (311), (222) және (400).

Жұмысты қорытындылай келе, алынған жабын машина жасау, сондай-ақ атом және зымыран жасау өнеркәсібі мен медицинада проблемалардың кең спектрін шешуге, тозуға және коррозияға төзімділікті арттыруға, үйкелуді азайтуға, кесетін құралдар мен механикалық бұйымдардың шаршаған беріктігін арттыруға мүмкіндік береді

Авторлар осы мақаладағы жасалған эксперименттік зерттеулерді жүргізуге көмек көрсеткендері үшін O.V. Maksakova, , R.F. Webster , R.D.Tilley , V.I. Ivashchenko , B.O. Postolnyi, O.V. Bondar , Y.Takeda , V.M. Rogoz , P.V. Zukowski , M.Opielak, V.M. Beresnev.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Bekmurzayeva A., Duncanson W.J., Azevedo H.S., Kanayeva D. Surface modification of stainless steel for biomedical applications // Revisiting a century-old material, Materials Science and Engineering C. – 2018. –№17. – P.1073–1089.

[2] Pogrebnjak A. D., Kravchenko Y. O., Bondar O. V., Zhollybekov B., and Kupchishin A. I. Structural Features and Tribological Properties of Multilayer Coatings Based on Refractory Metals // Prot. Met. Phys. Chem. Surfaces. – 2018. – №2. – P.240-258.

[3] Pogrebnjak A.D., Bagdasaryan A.A., Pshyk A., Dyadyura K. Adaptive multicomponent nanocomposite coatings in surface engineering // Phys.-Usp. –2017. –№6. –P.586–607. doi:10.3367/UFNe.2016.12.038018.

[4] Koehler J. S. Attempt to Design a Strong Solid // Phys. Rev. B. –1970. №2, P.547–551.

[5] Ivashchenko V.I. et al. First-principles molecular dynamics investigation of thermal and mechanical stability of the TiN(001)/AlN and ZrN(001)/AlN heterostructures // Thin Solid Films. –2014. –№10 , –P. 284–293.

[6] Bobzin K., Brögelmann T., Kruppe N.C., Arghavani M., Mayer J., and Weirich T.E. Plastic deformation behavior of nanostructured CrN/AlN multilayer coatings deposited by hybrid dcMS/HPPMS // Coatings Technol Surf. – 2017. –№10. –P.253–261.

[7] Maksakova O., Simoẽs S., Pogrebnjak A., Bondar O., Kravchenko Y., Beresnev V., Erdybaeva N. The influence of deposition conditions and bilayer thickness on physicalmechanical properties of CA-PVD multilayer ZrN/CrN coatings // Mater. Charact.–2018.–№140. –P.189–196. doi:10.1016/j.matchar. 2018. 03.048.

[8] Sakenova R.E., Erdybaeva N.K., Pogrebnjak A.D., Kylyshkanov M.K. The study of multilayer coatings based on MoN(MoZr)ZrN and (TiMo)N/(TiMo), (CrZr)N/(CrZr) obtained by the method of vacuum-arc deposition Bulletin o the // Karaganda university PHYSICS Series. –2019. –№2(94). –P.14–21.

[9] Pogrebnjak A.D., Beresnev V.M., Bondar O.V., Postolnyi B.O., Zaleski K., Coy E., Jurga S., Lisovenko M.O., Konarski P., Rebouta L., Araujo J.P. Superhard CrN/MoN coatings with multilayer architecture // Mater. Des.153 –2018. –P.47-59. doi:10.1016/j.matdes.2018.05.001.

[10] Xu X.M., Wang J., An J., Zhao Y., Zhang Q.Y. Effect of modulation structure on the growth behavior and mechanical properties of TiN/ZrN multilayers // Surf. Coat. Technol. 201.–2007.–P.5582–5586. doi:10.1016/ j.surfcoat.2006.07.132.

[11] Han B., Wang Z., Devi N., Kondamareddy K.K., Wang Z., Li N., Zuo W., Fu D. Liu C. RBS depth profiling analysis of (Ti, Al)N/MoN and CrN/MoN multilayers // Nanoscale Res. Lett.161. –2017. –№12(1). –P.1–8. doi:10.1186/ s11671-017-1921-3.

[12] Ladell J., Zagofsky A., Pearlman S. Cu Kα2 elimination algorithm // J. Appl. Crystallogr. –1975. –№8. – P.499–506. doi:10.1107/S0021889875011132

[13]Powder Diffraction File Search http://www.icdd.com/index.php/pdfsearc/(accessed Aug 8, 2019)

[14] Wolfe D.E., Singh J., Narasimhan K. Synthesis of titanium carbide/chromium carbide multilayers by the co-evaporation of multiple ingots by electron beam physical vapor deposition // Surf. Coat. Technol. 160. –2002. –№2-3 – P.206–218. doi:10.1016/S0257-8972(02)00404-8.

[15] Abadias G., Michel A., Tromas C., Jaouen C., Dub S.N. Stress, interfacial effects and mechanical properties of nanoscale multilayered coatings // Surf. Coat. Technol. 202. –2007. –№2-3 –P.844–853 doi:10.1016/j.surfcoat. 2007.05.068.

Сакенова Р.Е., Ердыбаева Н.К., Погребняк,О.Д. Кылышканов М.К.,

Микроструктура и элементный состав многослойных покрытий на основе (CrN/ZrN)/(Cr/Zr)

Аннотация. Расчеты из первых принципов были проведены, чтобы дать более глубокое понимание физики повышения прочности нанесенных покрытий. Была разработана и использована специальная архитектура покрытия, которая состояла из 8 металлических и 40 нитридных бислоев в каждом периоде модуляции. Толщина отдельного металлического бислоя составляла 16 нм, тогда как толщина нитридного бислоя составляла 25 нм. Микроструктурные исследования показали в основном наличие кубических CrN и ZrN с (200) и (111)/(200) преимущественной ориентацией соответственно. Анализ дефектной структуры вблизи границ раздела слоев CrN и ZrN выявил наличие дислокаций, несмотря на малый размер нанослоев и нанокристаллитов, а также дезориентацию плоскостей нанокристаллитов.

Ключевые слова: вакуумно-дуговой метод, многослойные покрытия, катодная дуга, микроструктура, двухфазное состояние, микротвердость, износостойкость.

УДК 517.956

[1]U.K. Koilyshov, [2]K.A. Beisenbaeva
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
[2] Kaspi University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: koylyshov@mail.ru)

THE SOLUTION OF ONE BOUNDARY PROBLEM FOR THE DEGENERATES HEAT EQUATION IN A REGION WITH A MOVING BOUNDARY

Abstract. Boundary-value problems for parabolic equations in domains with moving boundaries are fundamentally different from the classical parabolic equations.

Due to the dependence of the region size on time, the methods of separation of variables and integral transformations are not applicable to this type of problems in general case, since remaining within the framework of classical methods of mathematical physics, it is not possible to coordinate the solution of the heat conduction equation with the motion of the boundary of the heat transfer region.

The solving this problem has been the subject of research of many domestic and foreign mathematicians. These include work [1-13].

But if the region degenerates at the initial moment of time, then the method of successive approximations for solving integral equations cannot be applied. Since at the degeneration of the domain integral operators become special, that is, when they affect the constant and the upper limit tends to zero, they do not tend to zero.

This paper is devoted to the study of the first boundary value problem for the heat conduction equation with a discontinuous coefficient in the domain that degenerates at the initial moment of time when the boundary moves by law.

An explicit form of the solution of this problem is obtained, afterwards that can be applied for a numerical approximations.

Key words. Heat equations, boundary problem, moving border, region degenerates, explicit solution

[1]У.К.Койлышов, [2]К.А.Бейсенбаева
([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
[2]Каспийский Университет, Алматы, Казахстан.
E-mail: koylyshov@mail.ru)

РЕШЕНИЕ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ОБЛАСТИ С ПОДВИЖНОЙ ГРАНИЦЕЙ

Аннотация. Краевые задачи для уравнений теплопроводности в областях с движущейся границей рассматривались многими авторами. Так как область меняется в зависимости от времени, к этому типу задач в общем случае не применимы методы разделения переменных и интегральных преобразований.

Большое число работ посвящены краевым задачам в областях с подвижными границами, среди них следует отметить [1-13].

Данная работа посвящена исследованию краевой задачи для вырождающегося уравнения теплопроводности в области с подвижной границей, вырождающейся в начальный момент времени.

Получен явный вид решения данной задачи, впоследствии которого можно применять для численного решения.

Ключевые слова: уравнения теплопроводности, краевая задача, подвижная граница, вырождающейся область, явное решение.

Постановка задачи. Рассматривается следующая задача: требуется найти функцию $u(x,t)$ в области $D(0<x<\alpha t^q, t>0)$, удовлетворяющее уравнению:

$$t^p u_t = a^2 u_{xx}, (x,t) \in D = \{(x,t), 0<x<\alpha t^q, 0<t<T\}, \quad (1)$$

граничным условиям:

$$u(0,t)=\varphi(t),\ u(\alpha t^q,t)=\psi(t),\ (0<t<T), \quad (2)$$

где $\alpha>0, q=1-p, 0\le p<1.$

Особенность задачи заключается в том, что и уравнения (1) и область $D(0<x<\alpha t^q, t>0)$ в начальный момент времени вырождаются.

Для решения задачи (1)-(2) введем новую неизвестную функцию $v(y,\tau)$ по формуле [14]:

$$u(x,t)=v(y,\tau)\frac{e^{-\frac{qx^2}{4t^q}}}{\sqrt{t^q}}, \tag{3}$$

Где $$y=\frac{x}{t^q},\tau=-\frac{1}{qt^q}.$$

Тогда для функции $v(y,\tau)$ получим следующую задачу без начальных условий.

Требуется найти функцию $v(y,\tau)$, удовлетворяющее уравнению:

$$v_\tau=v_{yy},(y,\tau)\in D^*=\left\{(y,\tau),0<y<\alpha,-\infty<\tau<-\frac{1}{qT^q}\right\} \tag{4}$$

и граничным условиям:

$$v(0,\tau)=\varphi_1(\tau),\ v(\alpha,\tau)=\psi_1(\tau), \tag{5}$$

где $$\varphi_1(\tau)=\frac{1}{\sqrt{-q\tau}}\varphi\left(\frac{1}{\sqrt[q]{-q\tau}}\right),\ \psi_1(\tau)=\frac{e^{-\frac{\alpha^2}{4\tau}}}{\sqrt{-q\tau}}\psi\left(\frac{1}{\sqrt[q]{-q\tau}}\right), \tag{6}$$

Задачу без начальных условий (4)-(5) решим методом А.Н.Тихонова [15], т.е. при $\tau=\tau_0$ зададим начальное условие:

$$v(y,\tau)\big|_{\tau=\tau_0}=f(y,\tau_0), \tag{7}$$

где $$-\infty<\tau_0<T_0=-\frac{1}{qT^q}.$$

Таким образом, сначала решим задачу (4)-(5), с начальным условием (7), в области

$$D_0=\{(y,\tau),0<y<\alpha,\tau_0<\tau<T_0\},$$

Затем переходя к пределу при $\tau_0\to-\infty$ получим решение задачи без начальных условий (4)-(5).

Решение задачи (4)-(5), (7) обозначим через $v_0(y,\tau)$. Для задачи (4)-(5), (7) известна фундаментальное решение:

$$G(y,\eta,\tau-\tau_0)=\frac{1}{2\sqrt{\pi(\tau-\tau_0)}}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\left[e^{-\frac{(y-\eta+2n\alpha)^2}{4(\tau-\tau_0)}}-e^{-\frac{(y+\eta+2n\alpha)^2}{4(\tau-\tau_0)}}\right]$$

или

$$G(y,\eta,\tau-\tau_0)=\frac{2}{\alpha}\sum_{n=1}^{\infty}e^{-\frac{\pi^2n^2}{\alpha^2}(\tau-\tau_0)}\sin\left(\frac{\pi n}{\alpha}y\right)\sin\left(\frac{\pi n}{\alpha}\eta\right)$$

Тогда решение задачи (4)-(5), (7) имеет вид:

$$v_0(y,\tau)=2\int_{\tau_0}^{\tau}\frac{\partial G(y,\eta,\tau-\tau_1)}{\partial\eta}\Big|_{\eta=0}\varphi_1(\tau_1)d\tau_1+$$

$$+2\int_{\tau_0}^{\tau}\frac{\partial G(y,\eta,\tau-\tau_1)}{\partial\eta}\Big|_{\eta=\alpha}\psi_1(\tau_1)d\tau_1+\int_0^{\alpha}G(y,\eta,\tau-\tau_0)f(\eta,\tau_0)d\eta,$$

Если предположим, что функция

$f(y,\tau_0)$ непрерывная и ограниченная функция, то нетрудно доказать [15], что

$$\lim_{\tau_0\to-\infty}\int_0^{\alpha}G(y,\eta,\tau-\tau_0)f(\eta,\tau_0)d\eta=0.$$

Тогда получим решение задачи без начальных условий (4)-(5).

$$v(y,\tau)=\int_{-\infty}^{\tau}\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\frac{y+2n\alpha}{2\sqrt{\pi}(\tau-\tau_1)^{\frac{3}{2}}}e^{-\frac{(y+2n\alpha)^2}{4(\tau-\tau_1)}}\varphi_1(\tau_1)d\tau_1+$$

$$+\int_{-\infty}^{\tau}\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\frac{y+(2n-1)\alpha}{2\sqrt{\pi}(\tau-\tau_1)^{\frac{3}{2}}}e^{-\frac{(y+(2n-1)\alpha)^2}{4(\tau-\tau_1)}}\psi_1(\tau_1)d\tau_1,$$

Если по формуле (3) перейдем обратно к переменным $x,t,$ и учитывая формулу (6) получим решение задачи (1)-(2) в явном виде:

$$u(x,t)=\int_{0}^{t}\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\frac{q^{\frac{3}{2}}(x+2n\alpha t^q)\tau^{q-1}}{2\sqrt{\pi}(t^q-\tau^q)^{\frac{3}{2}}}e^{-\frac{q(x+2n\alpha t^q)^2}{4(t^q-\tau^q)}-\frac{qx^2}{4t^q}+\frac{q(x+2n\alpha t^q)^2}{4t^q}}\varphi(\tau)d\tau+$$

$$+\int_{0}^{t}\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\frac{q^{\frac{3}{2}}\left(x+(2n-1)\alpha t^q\right)\tau^{q-1}}{2\sqrt{\pi}(t^q-\tau^q)^{\frac{3}{2}}}e^{-\frac{q\left(x+(2n-1)\alpha t^q\right)^2}{4(t^q-\tau^q)}+\frac{q\left(x+(2n-1)\alpha t^q\right)^2}{4t^q}-\frac{q(x^2-\alpha^2t^q\tau^q)}{4t^q}}\psi(\tau)d\tau, \tag{8}$$

Нетрудно проверить, что полученное решение удовлетворяет уравнению (1) и граничным условиям (2).

Далее приведем интересный пример в случае когда p=0,5.

Рассматривается следующая задача: требуется найти функцию $u(x,t)$ в области $D(0<x<\alpha\sqrt{t},t>0),$ удовлетворяющее уравнению:

$$\sqrt{t}u_t=a^2u_{xx},(x,t)\in D=\left\{(x,t),0<x<\alpha\sqrt{t},0<t<T\right\}, \tag{9}$$

граничным условиям:

$$u(0,t)=\varphi(t),\ u(\alpha\sqrt{t},t)=\psi(t),\ (0<t<T), \tag{10}$$

где $\alpha>0.$

Учитывая формулу (8) получим решение задачи (9)-(10) в следующем виде:

$$u(x,t)=\int_{0}^{t}\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\frac{(x+2n\alpha\sqrt{t})}{4\sqrt{2\pi\tau}(\sqrt{t}-\sqrt{\tau})^{\frac{3}{2}}}e^{-\frac{(x+2n\alpha\sqrt{t})^2}{8(\sqrt{t}-\sqrt{\tau})}-\frac{x^2}{8\sqrt{t}}+\frac{(x+2n\alpha\sqrt{t})^2}{8\sqrt{t}}}\varphi(\tau)d\tau+$$

$$+\int_{0}^{t}\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\frac{\left(x+(2n-1)\alpha\sqrt{t}\right)}{4\sqrt{2\pi\tau}(t^q-\tau^q)^{\frac{3}{2}}}e^{-\frac{\left(x+(2n-1)\alpha\sqrt{t}\right)^2}{8(\sqrt{t}-\sqrt{\tau})}+\frac{\left(x+(2n-1)\alpha\sqrt{t}\right)^2}{8\sqrt{t}}-\frac{(x^2-\alpha^2\sqrt{t\tau})}{8\sqrt{t}}}\psi(\tau)d\tau, \tag{11}$$

Аналогичным образом можно найти решение следующей граничной задачи: требуется найти функцию $u(x,t)$ в области $D(0<x<\alpha t^q,t>0),$ удовлетворяющее уравнению:

$$t^pu_t=a^2u_{xx},(x,t)\in D=\left\{(x,t),0<x<\alpha t^q,0<t<T\right\}, \tag{12}$$

граничным условиям:

$$u_x(0,t)=\varphi(t),\ u(\alpha t^q,t)=\psi(t),\ (0<t<T), \tag{13}$$

где $\alpha>0,q=1-p,0\le p<1.$

Решение задачи (12)-(13) имеет вид:

$$u(x,t)=\int_0^t\sum_{n=-\infty}^{+\infty}(-1)^n\frac{\sqrt{q}\tau^{q-1}}{\sqrt{\pi(t^q-\tau^q)}}e^{-\frac{q(x+2n\alpha t^q)^2}{4(t^q-\tau^q)}-\frac{qx^2}{4t^q}+\frac{q(x+2n\alpha t^q)^2}{4t^q}}\varphi(\tau)d\tau+$$

$$+\int_0^t\sum_{n=-\infty}^{+\infty}(-1)^n\frac{q^{\frac{3}{2}}\left(x+(2n-1)\alpha t^q\right)\tau^{q-1}}{2\sqrt{\pi}(t^q-\tau^q)^{\frac{3}{2}}}e^{-\frac{q\left(x+(2n-1)\alpha t^q\right)^2}{4(t^q-\tau^q)}+\frac{q\left(x+(2n-1)\alpha t^q\right)^2}{4t^q}-\frac{q(x^2-\alpha^2t^q\tau^q)}{4t^q}}\psi(\tau)d\tau, \quad (14)$$

Полученные решения (8), (11) и (14) можно использовать для численного расчета и для дальнейшего решения различных граничных задач для уравнения параболического типа с разрывными коэффициентами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Gevrey M. Sur les equations aux derives partielles du type parabolique. //J. Math.Pures et Appl. -1913. -Vol. 9. -№4.- P.305-471.

[2] Petrovsky I.G. Zur ersten Randwertaufgabe der Warmeleitungsgleichungen. //Compos. Math.-1935. -Vol.1 -№3.- P.383-419.

[3] Камынин Л.И. О решении IV и V краевых задач для одномерного параболического уравнения второго порядка в криволинейной области // Журн.вычисл.математики и мат.физики.-1969.-Т.9.-№3.-С.558-572.

[4] Михайлов В.П. Теорема существования и единственности решения одной задачи для параболического уравнения в области с особыми точками на границе. //Труды МИАН СССР.- 1967. -Т.91. -С.47-58.

[5] Кондратьев В.А. Краевые задачи для параболических уравнений в замкнутых областях. //Тр. Моск. Мат. Общества.- 1966. -Т.15.- С.400- 451.

[6] Ким Е.И.,Кавокин А.А. Решение в малом задачи с нелинейным граничным условием для уравнения теплопроводности в расширяющейся области.// Изв. АН КазССР. Сер. физ-мат.- 1977.- №1-С.41-46.

[7] Ким Е.И., Койлышов У.К. Решение задачи теории теплопроводности с разрывным коэффициентом и вырождающимися подвижными границами // Изв.АН КазССР.Сер.физ.-мат.-1984.-№3.-С.35-39.

[8] Харин С.Н. Тепловые процессы в электрических контактах и связанные с ними сингулярные интегральные уравнения. //Дисс.канд.физ-мат. наук. Алма-Ата, -1968.- 131 с.

[9] Амангалиева М.М., Дженалиев М.Т., Космакова М.Т., Рамазанов М.И. Об однородной задаче для уравнения теплопроводности в бесконечной угловой области,// Сиб. мат. журн.,- 56:6 (2018),-С.982-995.

[10] Jenaliyev M., and Ramazanov M. On a homogeneous parabolic problem in an infinite corner domain,// Filomat, 32:3 (2018),-P. 965-974.

[11] Дженалиев М.Т., Рамазанов М.И. Об однородной параболической задаче в бесконечной угловой области, //Математический журнал, 2016-Т.16, -№4(62).-С.60-76.

[12] Koilyshov U.,Beisenbaeva K. A conjugation problem for the heat equation in the field where the boundary moves in linear order.// Bulletin of the Karaganda University-Mathematics, -2019,-№3(95),- P.26-32.

[13] Койлышов У.К., Бейсенбаева К.А. Решение одной граничной задачи для уравнения теплопроводности в области с подвижной границей.// Вестник АУЭС, -2019,- №2(45), -С. 14-19.

[14] Miller W.Jr. Symmetry and Separation of variables. //University of Wisconsin Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, -1977. -342p.

[15] Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.//М.:Наука,-1977.-736с

Қойлышов Ұ.Қ., Бейсенбаева К.А.

Азғындалған жылуөткізгіштік теңдеу үшін шекарасы қозғалмалы облыста бір шеттік есептің шешімі

Түйіндеме. Шекарасы қозғалмалы облыстағы жылуөткізгіштік теңдеулер үшін шекаралық есептерді көптеген авторлар қарастырды. Облыстың өлшемі уақытқа тәуелді болғандықтан бұл типтегі есептерге жалпы жағдайда айнымалыларды жіктеу және интегралдық түрлендіру әдістерін қолдануға болмайды. Шекарасы қозғалмалы облыстағы жылуөткізгіш есептер көптеген авторлардың жұмыстарында қарастырылған, солардың ішінде келесі жұмыстарды атап өткен жөн [1-13].

Берілген жұмыс бастапқы уақыт моментінде азғындалатын шекарасы қозғалмалы облыста, азғындалатын жылуөткізгіштік теңдеу үшін бір шекаралық есептің шешімін зерттеуге арналған. Қойылған есептің сандық әдіспен шешуге қолдануға болатын айқын шешімі табылған.

Түйін сөздер. жылуөткізгіш теңдеу, шекаралық есеп, қозғалмалы шекара, азғындалатын облыс, айқын шешім.

УДК 665.63: 51.001.57

B.B. Orazbayev, Zh. Zenisbekuly, K.N Orazbayeva., S.K. Kapysheva, A.B. Shagayeva
([1]L.N.Gumilyov Eurasian National University,Kazakhstan,Nur-Sultan,
[2]Kazakh University of Economy,Finance and Internatoinal Trade, Kazakhstan,Nur-Sultan,
[3]Atyrau University of Oil and Gas. after S. Utebaev, Kazakhstan, Atyrau)
batyr_o@mail.ru

TASKS OF MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION OF OIL PUMPING PROCESSES THROUGH OIL PIPELINES IN A FUZZY ENVIRONMENT AND HEURISTIC METHODS FOR SOLVING THEM

Abstract. Various formulations of the problem of multicriteria optimization of oil pumping processes through main pipelines in a fuzzy environment are proposed and heuristic methods for their solution are developed. The proposed methods of multicriteria optimization in a fuzzy environment are developed on the basis of applying the knowledge and experience of the decision maker (DM) and the compromise schemes adapted to the fuzzy environment. To enable the decision maker to choose a more convenient method for solving the problem, depending on the availability of initial information, the current production situations, a set of heuristic methods for solving them is proposed based on various trade-off schemes and their combination. The proposed approach was implemented in the formulation and solution of the problem of multi-criteria optimization of operating modes of the pipeline in order to optimally control the process of pumping oil through the Kulsary-Atyrau section of the main pipeline Uzen-Atyrau-Samara. The results obtained confirmed the effectiveness of the proposed approach to solving the tasks.

Keywords: multi-criteria optimization, oil pipeline, fuzzy information, compromise schemes, heuristic methods, decision maker.

[1]Б.Б. Оразбаев, [1]Ж. Женисбекулы, [2] К.Н. Оразбаева, [2]С.К. Капышева, [3]А.Б. Шагаева
([1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г.Астана,
[2]Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Казахстан, г.Астана,
[3]Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева, Казахстан, г.Атырау)
batyr_o@mail.ru

ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ ПО НЕФТЕПРОВОДАМ В НЕЧЕТКОЙ СРЕДЕ И ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИХ РЕШІ

Аннотация: Сформулирована постановка задачи многокритериальной оптимизации процессов перекачки нефти по магистральным трубопроводам в нечеткой среде и разработан эвристический метод ее решения. Предложенный метод многокритериальной оптимизации в нечеткой среде разработан на основе применения знания и опыта лица, принимающего решения (ЛПР) и адаптирован для работы в нечеткой среде. Предложенный подход реализован при постановке и решения задачи многокритериальной оптимизации режимов работы нефтепровода с целью оптимального управления процессом перекачки нефти по участке Кульсары-Атырау магистрального нефтепровода Узень-Атырау-Самара.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, нефтепровод, нечеткая информация, компромиссные схемы, эвристические методы, лицо, принимающее решения.

1. Введение. Магистральные нефтепроводы представляет собой сложнейшую высокомеханизированную и автоматизированную гидравлическую систему, достаточно разветвленную и протяженную. Нефтепроводная система оснащена мощными насосными станциями (станции перекачки нефти), линиями и сооружениями технологической связи, телемеханики и автоматики, противопожарными устройствами, в случаях высокопарафинистых и вязких нефтей (например «горячие» трубопроводы: Узень-Атырау-Самара) печами подогрева [1].

На практике транспортировки нефти по трубопроводам актуальной задачей при управлении процессами перекачки нефти является поиск и выбор эффективных режимов работы нефтепроводной системы, обеспечивающие экстремальные значения вектора критериев управлени.

Оптимизация и выбор оптимального решения в производственных условиях, как правило, осуществляется по вектору критериев различного характера, например, экономического, экологического, технологического характера. Причем эти критерии могут быть противоречивыми и описаны нечетко. В этих условиях при решении задачи многокритериальной оптимизации необходимо исследовать и учитывать предпочтений ЛПР [2, 3].

Актуальность решения таких задач и стремление понять процессы сопоставления человеком многокритериальных альтернатив, совершаемых при оптимизации, привело к появлению большего числа работ по многокритериальной оптимизации, выбора и принятию решения [4 – 6]. Но можно отметить, что в известных исследованиях еще не достаточно решены вопросы многокритериального выбора режимов работы технологических систем в условиях противоречивых, плохо формализуемых критериях и нечеткости исходной информации. Целью данной работы является исследования и решения основных вопросов задачи многокритериальной оптимизации и выбора режимов работы технологических систем на примере нефтепроводной системы в нечеткой среде.

2. Постановка задачи. На практике требуется выбрать наиболее эффективное (оптимальное) решение - режим работы технологического комплекса магистрального нефтепровода, обеспечивающее экстремальное значение вектора критериев при выполнении заданных ограничений и учитывающее предпочтения ЛПР [1, 7 – 8]. При этом необходимо учесть различные ограничения (экономические, технологические, финансовые, экологические), которые можно описать некоторыми функциями – ограничениями $\varphi_q(x) \geq (или <)\, b_q, q = \overline{1,L}.$ Эти ограничения могут быть нечеткими ($\tilde{\geq}, \tilde{\leq}, \cong$).

Сформулируем математическую постановку формализованной задачи многокритериальной оптимизации с учетом нечеткости исходной информации.

Пусть $\mu_0(x) = (\mu_0^1(x),..., \mu_0^m(x))$ – нормализованный вектор критериев $f_i(x),\ i = \overline{1,m}$, оценивающий эффективность работы нефтепроводной системы. Допустим, что для каждого нечеткого ограничения $\varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q,\ q = \overline{1,L}$, построена функция принадлежности его выполнения $\mu_q(x), q = \overline{1,L}$ [12, 13]. Известен либо ряд приоритетов для локальных критериев $I_k = \{1,...,m\}$ и ограничений $I_r = \{1,...,L\}$, либо весовой вектор, отражающий взаимную важность критериев $\gamma = (\gamma_1,...,\gamma_m)$ и ограничений $\beta = (\beta_1,...,\beta_L)$.

Тогда общую постановку задачи выбора оптимальных режимов работы магистральных нефтепроводов по экономико-экологическим критериям можно записать в виде следующей задачи принятия решений в нечеткой среде [9]:

$$\max_{x \in X} \mu_0^i(x),\ i = \overline{1,m}$$

$$X = \{x : \arg\max_{x \in \Omega} \mu_q(x),\ q = \overline{1,L}\}$$

Модифицируя идеи различных *принципов оптимальности* для работы в нечеткой среде, можно получить различные конкретные постановки задач многокритериальной оптимизации режимов и параметров нефтепровода и разработать эвристические методы их решения, обеспечивающие гибкость при учете предпочтений ЛПР [2, 6, 10, 11].

3. Результаты. Эвристические методы решения задач многокритериальной оптимизации. В ситуации, когда ЛПР, специалисты-эксперты могут выделить главного критерия и определить идеальные точки (желаемые значения) ограничений. В этом случае задачу многокритериальной оптимизации режимов работы нефтепровода можно ставить на основе комбинации модифицированных методов главного критерия (ГК) и идеальной точки (ИТ).

$$\max_{x \in X} \mu_0^1(x), \tag{1}$$

$$X = \left\{x : x \in \Omega \wedge (\mu_0^i(x) \geq \mu_R^i) \wedge \arg\left(\mu_q(x) \geq \min_{x \in \Omega} \left\|\mu(x) - \mu^u\right\|_D\right), i = \overline{2,m}, q = \overline{1,L}\right\} \tag{2}$$

где $\mu_0^1(x)$ – выделенный главный критерий, $\mu_0^i(x), i=\overline{2,m}$ – другие локальные критерии занесенные в состав ограничении, $\mu_R^i, i=\overline{2,m}$ граничные значения локальных критерий, включенных в ограничений, задаваемые ЛПР, μ^u – идеальная точка, желаемое значение ограничения, $\mu_q(x), q=\overline{1,L}$ – функции принадлежности выполнения нечетких ограничений, $\left\|\mu(x)-\mu^u\right\|_D$ – используемая метрика *D*, в качестве координат идеальной точки можно взять максимальные значения функции принадлежности выполнения ограничений.

Предлагаем метод решения поставленной задачи (1) – (2), который состоит из следующих основных пунктов.

Метод ГК+ИТ

1. Задается ряд приоритетов для локальных критериев $I_k=\{1,...,m\}$ (главный критерий должен иметь приоритет 1).

2. На основе информации, получаемой, ЛПР, определяется терм-множество нечетких параметров и для каждого ограничения строятся функции принадлежности выполнения ограничений $\mu_q(x)$, $q=\overline{1,L}$.

3. Определяется вид функции $\mu_i(x),\ i=\overline{2,m}$, описывающие локальные критерии, занесенных в ограничения и задается их граничные значения $\mu_R^i, i=\overline{2,m}$.

4. Определяются координаты идеальной точки μ^u. В качестве координат этих точек можно использовать максимальные значения функции принадлежности выполнения ограничений, т.е. $\mu^u=(\max\mu_1(x),...,\max\mu_L(x))$. Если функции принадлежности являются нормальными, то $\mu^u=(1,...,1)$.

5. Выбирается вид метрики $\left\|\mu(x)-\mu^u\right\|_D$, определяющей расстояние текущего решения ($\mu(x)$) от идеальной точки (μ^u). Здесь можно использовать евклидовой метрики (*D=E*):

6. Решается оптимизационная задача (1)–(2) и определяется текущее решение: $x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)$ – значения режимных параметров объекта (управляющие параметры); $\mu_0^1\left(x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)\right),...,\ \mu_0^m\left(x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)\right)$ – значения критериев; $\mu_1\left(x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)\right),...,\ \mu_L\left(x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)\right)$ – значения функции принадлежности, степени выполнения ограничений.

7. ЛПР предъявляется полученное текущее решение. Если текущие результаты не удовлетворяют ЛПР, то им назначаются новые граничные значения $\mu_R^i(x), i=\overline{2,m}$ и (или) выбирается новый вид метрики $\left\|\mu(x)-\mu^u\right\|_D$ и поиск оптимального (для ЛПР) решения повторяется, т.е. осуществляется возврат к предыдущему пункту, иначе осуществляется переход к следующему 8 пункту.

8. Выводится окончательное решение, которое удовлетворяет ЛПР: значения режимных параметров $x^*\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)$ которые обеспечивают оптимальные значения локальных критериев $\mu_0^1\left(x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)\right),...,\ ,...,\ \mu_0^m\left(x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)\right)$, и максимальные значения функций принадлежности выполнения ограничении $\mu_1\left(x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)\right),...,\ \mu_L\left(x\left(\mu_R,\|\mu(x)-\mu^u\|_D\right)\right)$.

Решение данной задачи зависит от используемой метрики $\|\cdot\|_D$ и выбранных координат идеальной точки. В качестве координат идеальной точки используется максимальные значения: $\mu^u=\left(\max\limits_{x\in\Omega}\mu_1(x),...,\max\limits_{x\in\Omega}\mu_L(x)\right)$. Или, если функции принадлежности нормальные, то единицы.

4. Практическое применение, сравнение и обсуждение результатов. В качестве примера реализации предложенного подхода к управлению режимами работы технологических объектов

нефтепровода приведем постановку и решения задачи многокритериальной оптимизации режима работы станции подогрева нефти (СПН) нефтепровода Узень-Самара в пункте Атырау. На практике хочется, чтобы экономические критерии (производительность, прибыль, объем перекачки и др.) и качественные показатели были максимальными, а экологические воздействия на окружающую среду минимальной. Задача заключается в том, чтобы найти оптимальное решение в области компромиссов, зависящее от производственной ситуации и плана, а также удовлетворяющее ЛПР.

Таким образом, задачу многокритериальной оптимизации процессов перекачки нефти по магистральным нефтепроводом ставим следующим образом:

Пусть $f(x) = F(f(x)) = \mu_0^i(x), i = \overline{1,3}$ – нормализованные локальные критерии, оценивающие объем подогретой нефти (производительность СПН) - $\mu_0^1(x)$), температура - $\mu_0^2(x)$ и давление - $\mu_0^3(x)$ на выходе печей. Допустим, что для каждого нечеткого ограничения, описывающего экологические показатели $\varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q, q = 1,2$ построены функции принадлежности его выполнения $\mu_q(x)$, $q = 1,2$. Путь известны или определены ряд приоритетов для локальных критериев $I_k = \{1,2,3\}$ и весовой вектор, отражающий взаимную важность этих ограничений $\beta = (\beta_1, \beta_2)$.

Критерий и ограничения зависят от вектора режимных параметров $x_i, i = \overline{1,4}$ (x_1, x_2, x_3, x_4), где x_1 – температура, x_2 - давление, x_3 - расход топлива, x_4 - расход нефти на входе печи. Эти зависимости определяются на основе математических моделей СПН разработанных в работах [6, 9, 12].

Формализованную задачу оптимального управления режимами работы станции подогрева нефти, в нечеткой среде, можно записать аналогично (1)–(2) в виде следующей задачи многокритериальной оптимизации режимов работы СПН нефтепровода:

$$\max_{x \in X} \mu_0^1(x), \tag{1*}$$

$$X = \left\{ x : x \in \Omega \wedge (\mu_0^i(x) \geq \mu_R^i) \wedge \arg\left(\mu_q(x) \geq \min_{x \in \Omega} \left\| \mu(x) - \mu^u \right\|_D \right) i = 2,3, q = 1,2 \right\} \tag{2*}$$

где $\mu_0^1(x)$ – выделенный ЛПР главный критерий, в нашем случае объем перекачки нефти (производительность) $\mu_0^i(x), i = \overline{2,m}$ – другие локальные критерии, занесенные в состав ограничении, т.е. температура и давление на выходе СПН, $\mu_R^i, i = \overline{2,m}$ граничные значения локальных критериев, включенных в ограничений, задаваемые ЛПР, μ^u – идеальная точка, желаемое значение ограничения, $\mu_1(x), \mu_2(x)$ – функции принадлежности выполнения нечетких ограничений, $\left\| \mu(x) - \mu^u \right\|_D$ – используемая метрика D, $\mu^u = (\max \mu_1(x), \max \mu_2(x))$ или $\mu^u = (1, 1)$.

Решением данной оптимизационной задачи (1*)–(2*) является значение вектора оптимизируемых режимных параметров $x^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$, с помощью которых управляется процесс подогрева нефти в нефтепроводах. С помощью выбора их оптимальных значений обеспечиваются экстремальные значения критериев при выполнении заданных ограничений, учитывающее предпочтения ЛПР и удовлетворяющее его [13].

Для решения приведенной задачи с применяем модификацию вышеописанного метода ГК+ИТ.

1. Задается ряд приоритетов для локальных критериев $I_k = \{1,2,3\}$ (в качестве главного критерия определен производительность СПН (объем подогретой нефти, который имеет приоритет 1, приоритет 2 присвоен температуру на выходе печи, давление на выходе печей имеет приоритет 3).

2. На основе информации, получаемой от ЛПР, специалистов-экспертов определено терм-множество нечетких параметров и для каждого ограничения строятся функции принадлежности выполнения ограничений $\mu_q(x)$, $q = 1,2$.

На основе результатов проведенных экспертных оценок и исследований построены следующие функции принадлежности выполнения нечетких ограничений: $\mu_1(x) = \exp(0.20 | a_1 - 50.0 | \cdot 0.5);\ \mu_2(x) = \exp(0.10 | a_2 - 80.0 | \cdot 0.7);$ где a_1, a_2 – средние числовые значения нечетких параметров, соответственно: температуры и давления печи (СПН) на выходе.

3. Определены вид функции $\mu_0^i(x), i = 2,3$ (локальных критериев, занесенных в состав ограничении) и задается граничные значения для них $\mu_R^i, i = 2,3$. На основе проведенных результатов исследований определено:

$$\mu_0^2(x) = 7 + 1.2x_1 - 0.25x_2 + 5.7x_3 - 1.3x_4 + 1.8x_1^2 + 8.3x_3^2;\ \mu_R^2 = 55,$$

$$\mu_0^3(x) = 0.25 - 1.31x_1 + 7.35x_2 - 3.1x_3 + 2.25x_4 + 9.85x_2^2 + 8.7x_3^2;\ \mu_R^3 = 8.5$$

4. Определены координаты идеальной точки. В нашем случае функции принадлежности являются нормальными, поэтому координатами идеальной точки выбраны единицы $\mu^u = (1,\ 1)$.

5. Выбран вид метрики $\left\| \mu(x) - \mu^u \right\|_D$, определяющей расстояние текущего решения ($\mu(x)$) от идеальной точки (μ^u). В нашем случае вид метрики определен следующим образом: $\left\| \mu(x) - \mu^u \right\|_E^2 = \sum_{q=1}^{2} (\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)))^2$, где β_q- весовой коэффициент q-го нечеткого ограничения, определяемые с ЛПР.

6. Решается оптимизационная задача (1^*)–(2^*) (в нашем случае использованы методы математического программирования) и определяется текущее решение: $x\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2} \left(\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)) \right)^2 \right),\ i = 2,3$ – значение режимных параметров (вектора управляющих параметров); $\mu_0^1\left(x\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2} (\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)) \right)^2 \right)$, $\mu_0^2\left(x\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2} (\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)) \right)^2 \right)$, $\mu_0^3\left(x\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2} (\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)) \right)^2 \right)$, $i = 2,3$ – значения локальных критериев; $\mu_1\left(x\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2} (\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)) \right)^2 \right)$, $\mu_2\left(x\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2} (\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)) \right)^2 \right)$, $i = 2,3$– значения функции принадлежности выполнения ограничении.

7. ЛПР предъявляется полученные текущие решения. Если текущие результаты не удовлетворяют ЛПР, то им назначаются новые граничные значения $\mu_R^1(x), \mu_R^2(x)$ и (или) выбирается новый вид метрики $\left\| \mu(x) - \mu^u \right\|_D$ и поиск приемлемого решения повторяется, т.е. осуществляется возврат к предыдущему пункту, иначе осуществляется переход к следующему 8 пункту.

8. Выводится окончательное решение, которое удовлетворяет ЛПР: значения управляющих, режимных параметров $x^*\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2} \left(\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)) \right)^2 \right)$ которые обеспечивают оптимальные значения локальных критериев $\mu_0^1\left(x^*\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2} (\beta_q (\max_{x \in \Omega} \mu_q(x) - \mu_q(x)) \right)^2 \right)$,

$\mu_0^2\left(x^*\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2}(\beta_q(\max_{x\in\Omega}\mu_q(x)-\mu_q(x))\right)^2\right)$, $\mu_0^3\left(x^*\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2}(\beta_q(\max_{x\in\Omega}\mu_q(x)-\mu_q(x))\right)^2\right)$ и максимальные значения функций принадлежности выполнения ограничении $\mu_1\left(x^*\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2}(\beta_q(\max_{x\in\Omega}\mu_q(x)-\mu_q(x))\right)^2\right)$, $\mu_2\left(x^*\left(\mu_R^i, \sum_{q=1}^{2}(\beta_q(\max_{x\in\Omega}\mu_q(x)-\mu_q(x))\right)^2\right)$.

Полученные результаты занесены в таблицу 1.

В результате обсуждения и сравнения приведенных в таблице 1 данных получены следующие выводы:

1) Предложенный эвристический метод более эффективно по сравнению детерминированным методом и более точно совпадает с экспериментальными данными.

2) При решении задач многокритериальной оптимизации режимных параметров на основе предложенного метода, повышается адекватность решения производственной задачи, так как, учитывается дополнительная нечеткая информация (опыт, знания ЛПР) более полно описывающая реальную ситуацию без идеализации.

Таблица 1. **Сравнение результатов решения многокритериального выбора по предложенному методу (ГК+ИТ), по детерминированному методу [14] и экспериментальных данных**

№	Значения критерия и ограничений	Детерминированный метод	Предложенный метод ГК+ИТ	Экспериментальные данные
1.	Производительность СПН, т/час, ($\tilde{y}_1$)	707	≈710	709
2.	Температура на выходе печи, ^oC (y_2)	48	50	50
3.	Давление на выходе печи, кгс/см^2 (y_3)	8.5	8	8.1
	Функция принадлежности выполнения ограничения 1 - $\mu_1(x^*(\beta))$	-	1.0	-
4.	Функция принадлежности выполнения ограничения 2 - $\mu_2(x^*(\beta))$	-	0.98	-
5.	Оптимальные значения режимных параметров $x^* = (x_1^*,\ldots,x_4^*)$: x_1^* - температура на входе печи, ^oC;	35	33	34
6.	x_2^* - давление на входе печи, кгс/см^2;	10,5	9.8	10
7.	x_3^* - расход топлива, кг/час;	27	25	26
8.	x_4^* - объем сырья (нефти) на входе печи, т/час;	710	710	710

Примечание: (-) означает, что соответствующие показатели не определяются данным методом. Время поиска решения в сравниваемых методах одинаковые.

5. Заключение. В работе на основе комбинации и модификации различных компромиссных схем предложена постановка задачи многокритериальной оптимизации режимов работы технологических агрегатов (на примере станции перекачки нефти магистрального нефтепровода) в условиях нечеткости исходной информации и разработан эвристический метод ее решения. Приведены результаты реализации предложенного подхода на практике для многокритериальной оптимизации режима работы станции подогрева нефти магистрального нефтепровода Узень-Самара в пункте Атырау. Для практической реализации предложенного подхода к решению исходной задачи выбран разработанный в работе эвристический метод на основе модификации идеи методов главного критерия (для критериев) и идеальной точки (для ограничений). Показана эффективность применения предложенного метода по сравнению с детерминированными методами.

Научная новизна результатов работы заключается в том, что задачи ставятся и решаются в нечеткой среде без предварительного преобразования к детерминированным задачам. Это обеспечивает максимального использования собранной нечеткой информации и получения более адекватного решения сложной производственной задачи в нечеткой среде. Эти результаты позволяют расширить область

применения методов оптимизации и управления сложными производственными объектами в условиях многокритериальности и нечеткости исходной информации.

Практическое значение работы определяется эффективным решением сложных производственных задач в условиях многокритериальности и нечеткости, которые не решаются или трудно решаются традиционными детерминированными или стохастическими математическими методами. Практическим преимуществом предложенного подхода к решению поставленной задачи также является то, что в зависимости производственной ситуации и доступности исходной информации различного характера ЛПР дается возможность выбора более подходящего, приемлемого метода решения задачи из предложенного набора методов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Оразбаев Б.Б., Мухамбеткалиева А.К. Задачи и методы многокритериального выбора оптимальных режимов работы объектов нефтепровода. -Алматы: Эверо, 2007, -138 с.

[2] Groppen V.O. Principles of reference-aided decision making // Automation and Remote Control. 2006. V. 67. Issue 4, P. 660-675.

[3] Dimitriadi G.G., Larichev O.I. Decision Support System and the ZAPROS-III Method for Ranking the Multiattribute Alternatives with Verbal Quality Estimates //Automation and Remote Control. 2005. V. 66, Issue 8. P. 1322-1335.

[4] Rademaker M., Bernard B. Aggregation of monotone reciprocal relations with application to group decision making // Fuzzy Sets and Systems. 2011. V. 184. P. 29–51.

[5] Оразбаев Б.Б. Методы моделирования и принятия решений для управления производством в нечеткой среде. ЕНУ, -Астана, 2016, 398 с.

[6] Zhenpei Li, Jinfei Wang, R. Brook, R. Easton. Promoting data requirement for the oil & gas pipeline integrity management // Oil Gas European Magazine. 2016, Vol.132. -P. 167-193.

[7] Богданов Р.М. Программный комплекс для моделирования работы магистральных трубопроводов // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2014. No1 http://www.ogbus.ru.

[8] Зыков В.В. Математическое моделирование и оптимизации процессов сбора, подготовки и транспортировки нефти и газа. Тюмень: 2014. 357 с.

[9] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. 2011. V. 184. P. 3.

[10] B.B. Orazbayev, K.N. Orazbayeva, L.T. Kurmangaziyeva, V.E. Makhatova Multi-criteria optimisation problems for chemical engineering systems and algorithms for their solution based on fuzzy mathematical methods. EXCLI Journal 2015; vol.14: P.984-998.

Оразбаев Б.Б., Женисбекулы Ж., Оразбаева К.Н., Капышева С.К., Шагаева А.Б.

Айқын емес ортада мұнайқұбырларымен мұнай айдау процесстерін көпкритерийлі оптимизациялау есептері және оларды шешудің эвристикалық тәсілдері

Түйіндеме. Айқын емес ортада магистралдық құбырларда мұнай айдау процесстерін көпкритерийлік оптимизациялау есептерінің түрлі қойылымдары келтіріліп, оларды шешу эвристикалық тәсілдері құрылған. Айқын емес ортада көпкритерийлік оптимизациялаудың ұсынылған тәсілдері шешім қабылдаушы тұлғаның (ШҚТ) тәжірибесі мен білімі және айқын емес ортаға бейімделген компромисстік схемалар негізінде құрылған. Бастапқы ақпараттың қол жетімдігіне, өндірісте орын алған жағдайға байланысты оптимизациялау есебін шешудің қолайлы тәсілін ШҚТ-ға таңдау мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін түрлі компромисстік схемалар мен олардың комбинациясы негізінде жасақталған тәсілдер жиыны ұсынылған. Ұсынылған тәсілдеме Өзен-Атырау-Самара магистралды мұнай құбырының Құлсары-Атырау бөлігінде мұнай айдау процесстерін оптималды басқару есебін шешуде қолданылған. Алынған нәтижелер қойылған есепті шешудің ұсынылған тәсілдемесінің тиімділігін көрсетті.

Түйінді сөздер: көпкритерийлі оптимизациялау, мұнай құбыры, айқын емес ақпарат, компромисстік схемалар, эвристикалық тәсіл, шешім қабылдаушы тұлға.

UDC 519.67

A.T. Kalbayeva, S.D. Kurakbayeva, A.T. Kalbayeva, G.Zh.Elbergenova, G.M.Abdrakhmanova
(South Kazakhstan State university named M. O. Auezov, Shymkent, Kazakhstan,
Silkway international university, Shymkent, Kazakhstan,
International University of Humanities and technology, Kazakhstan,
E-mail: sevam@mail.ru)

REVIEW OF METHODS FOR SOLVING PROBLEMS WITH FREE BOUNDARIES

Abstract. In this article, we review numerical methods related to the potential theory and consider the scheme of the boundary element method, which has demonstrated great possibilities for solving problems with free surfaces. The application of the boundary element method to the solution of steady-state potential flow problems described by the Laplace equation is shown. A direct method for formulating boundary value problems of the potential theory is given, which leads to the formulation of integral equations. The characteristic and connection of the boundary element method with classical numerical methods is given.

Keywords:boundaryelementmethod, potential theory, Laplace equation, numerical method

By now firmly established that the boundary elements method is an important alternative to the existing numerical methods, approach to the study of the mechanics of continua. One of the most important areas of its application is to solve diffusion problems, certain types of fluid flow, flow in porous media, electrostatics, and many other tasks that use the potential function and whose resolving equations represent the classical Laplace and Poisson equation. All of these tasks for the building can be effectively and economically explore using the boundary elements method.

The method consists in the transformation of partial differential equations that describe the behavior of unknown function inside and on the boundary of the region, in the integral equation determining the boundary values only, and then finding the numerical solution of this equation. If you want to find the values of the potential in the interior of the field, they can be calculated using known solutions on the border. Since all conditioned by numerical calculations relate only to approach the border, the problem dimension is reduced by one and the resulting system of equations is smaller compared to the original system of differential equations.

In the boundary elements method uses a system of basis functions that draw to zero integrals over the region, and thereby reduce the problem to the definition of the boundary functions only. These functions can be singular, i.e, asked to Dirac delta or via regular functions.

Basic methods for resolving issues with free boundaries are divided into the following groups[1]:

1. The method of finite differences. Here usually there are various basis functions for a function u and a weighting function ω, the latter taken in the form of a Delta function of Dirac.

2. The finite element method. Here is customary to use the same basis functions u and ω , which leads to symmetric matrices.

3. The method of boundary elements. For a weight function ω here is used the system of basis functions that draw to zero the integrals over region and thereby reduce the problem to definition only boundary functions. These functions may be singular, i.e., asked in the individual points using Delta - Dirac functions, or regular, as in those cases, which corresponds to the solution of the homogeneous equations.

Most of the engineering problems, which are described by complex differential equations that can be solved only approximate methods. The most well known methods are finite difference method and finite elements method. Both of these methods, despite the obvious difference between them, allow us to reduce the equations for continua with an infinite number of degrees of freedom to the equations for a system with a finite number of degrees of freedom, then the problem can be solved numerically using computer. In the method of finite differences a set of nodal points at which the relation between functions and their derivatives is determined by the original differential equations. In the finite element method differential equation or its integral equivalent satisfied the average for the region of each element. In both of these methods use a discrete representation of the region and its boundary, while the boundary elements method is based on a discrete representation of only the outer boundary. All these methods have a lot in common, which is particularly clear from the nature of the used approximations. Write the following system of equations:

$$\Lambda(u_0) = b \text{ in area } \Omega$$

with boundary conditions

$$S(u_0) = \text{b on the plot } \Gamma_1 \text{ boundary,}$$

$G(u_0) = g$on the plot Γ_2 boundary.

Here u_0 is the exact solution of the problem, which is usually impossible to find. Function u_0 can be represented in the form of a series of functions $\varphi_k(x)$:

$$u = \sum_{k=1}^{n} a_k \varphi_k + \alpha_0$$

Here α_0 summand in the right part introduced in order to satisfy inhomogeneous part of the boundary conditions; α_k -are unknown parameters; φ_k -is a complete system of linearly independent functions

$$\varphi_1(x), \varphi_2(x), K, \varphi_n(x),$$

where x is the coordinate in the Ω space.

These functions are typically chosen so that they satisfy some given conditions, so-called admissibility conditions connecting the boundary conditions with the degree of discretization of the continuous environment.

The linear independence of the system of functions $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$,K, $\varphi_n(x)$ means that the equality

$$\alpha_1\varphi_1 + \alpha_2\varphi_2 + K + \alpha_n\varphi_n(x) = 0$$

it is possible for all values of x only when α_i is equal to zero.

Substitution of the approximate expressions for u_0 to the equation $\Lambda(u_0)$ = bgives the function of the residuals

$$R = \Lambda(u_0) - b \neq 0$$

The accuracy of the approximation is determined by the averaged integral characteristics of the function of residuals, the choice of which depends on the particular method.

If the function u does not satisfy all the boundary conditions, we can obtain two more types of functions of the residuals:

1) associated with essential boundary conditions

$R_1 = S(u) - s \neq 0$ on the plot $\Gamma_1$boundary,

2) the associated natural boundary conditions

$R_2 = G(u) - g \neq 0$ on the plot $\Gamma_2$boundary.

The aim is to make differences trial function u from u_0, determined by the averaged values of R, R_1 R_2 arbitrarily small as the inside area Ω and on the boundary of Γ. Various approaches to the task make a reason to create different types of approximate methods.

The method of weighted residuals

If we accept that the residuals are functions

R in Ω area

R_1 on the plot $\Gamma_1$of Γ boundary,

R_2 on the plot Γ_2 of Γ boundary.

$\Gamma = \Gamma_1 + \Gamma_2$,

it can be assumed this way to minimize them, when their averaged values go to zero. We define another system of linearly independent functions ψ_i:

$$\psi_1(x), \psi_2(x), K, \psi_k(x).$$

Sometimes use functions $\psi_k(x)$., satisfying homogeneous boundary conditions, although this is not always necessary. We introduce a system of arbitrary coefficients β_i, that define some function u, using the system of functions ψ_1:

$$\omega = \beta_1\psi_1 + \beta_2\psi_2 + K.$$

now assume that the approximating function u satisfies all boundary conditions of the problem. In this case, $R_1 = R_2 = 0$ and only $R \neq 0$. Using the function ω can be considered averaged over an area Ω the value of the function of residuals R

$$\langle R, \omega \rangle = \int_{\Omega} R\psi_i d\Omega = 0$$

In this case we call ω a weight function. Because the coefficients β_i are arbitrary, so

$$\int_{\Omega} R\psi_i d\Omega = 0, i = 1,2, K, k$$

The method of collocation

Collocation points is usually (but not necessarily) features evenly across the region.

For the case of homogeneous boundary conditions can be used approximates the function

$$u=\sum_{k=1}^{n}\alpha_k\varphi_k$$

where $\varphi_л$ is a function satisfying homogeneous boundary conditions. The condition of conversion to zero of the residuals

$$R\equiv\Lambda(u_0)-b=0$$

must be performed in *n* the points of the area Ω. In principle, the number of the coefficients $\alpha_к$must match the number of selected collocation points. This condition can be expressed in the form of the method of weighted residuals, if we use ψ_i as the delta -function of Dirac, delta -function of Dirac -Δi(x) is a generalized function, which can be considered as a limit of ordinary functions. Delta- function Δi(x) is zero at all points in the area, with the exception of the point at which zero is equal to its argument, and the function goes to infinity (i.e. at $x=x_i$, where x_i is the coordinate of point *i*, in which the "localized" delta -function of Dirac). The function $\Delta_i(x)$ can be represented in the form

$$\Delta_i(x)=\Delta(x-x_i).$$

Delta function Dirac has a very useful property:

$$\int_{-\infty}^{\infty}\Delta(x-x_i)dx=\int_{x_i-\varepsilon}^{x_i+\varepsilon}\Delta(x-x_i)dx=1,$$

where ε- is an arbitrary small positive number. In addition, for an arbitrary function f(x) is continuous at x_i,we can write the following relation:

$$\int_{-\infty}^{\infty}f(x)\Delta(x-x_i)dx=\int_{x_i-\varepsilon}^{x_i+\varepsilon}f(x)\Delta(x-x_i)dx=f(x_i)=f_i,$$

where fi is the value of the function f at point i.

The method of collocation on the set of points i (or the method of point collocation) you can now define the ratio

$$\int_{\Omega}R\omega d\Omega=0,$$

Where,

$$\omega=\beta_1\Delta_1+\beta_2\Delta_2+K+\beta_k\Delta_k$$

Δ_i is Delta function of Dirac, defined at the points i=l,2,...,k

The method of collocation by subdomains

This method is similar to collocation, except that instead of the requirement of equality to zero of a function of residuals in separate points using the condition of conversion to zero of the integral in various fields from function bindings

$$\int_{\Omega_i}Rd\Omega=0$$

Problems of the theory of potential

To date, firmly established that boundary elements method is an important alternative to existing numerical methods approach to the study of continuum mechanics. One of the most important applications is the solution of problems of diffusion, some types of liquefaction of fluid flow in porous media, electrostatics, and many of their tasks involving the potential function and whoseresolving equations represent the classical equations of Laplace or Poisson. All of these tasks for the potential can be efficiently and economically investigated using boundary elements method.

The method consists in transforming the differential equations in partial derivatives describing the behavior of an unknown function within and on the boundary of a region in the integral equation that determines only the boundary values, and then finding the numerical solution of this equation. If you want to find the values of the potential at the internal points of the region, they can be calculated using the known solutions on the boundary. Since all numerical calculations due to approximation are only associated with the boundary the dimensionality of the problem decreases by one and the resulting system of equations is smaller compared to the original system of differential equations.

Consider some basic elements of classical potential theory.

If a particle with a unit mass on which the force acts, on the part of some specific field $\vec{F}$, moving from point ξ to point x of the space, the work done by the field when the motion of the particle is equal to

$$W = \int_{\xi}^{x} \vec{F} d\vec{r}, W = \int_{\xi}^{x} \vec{F}\, d\vec{r},$$

where is $\vec{F}$ -the force due to the action of a vector field, $\vec{r}$- is the radius - vector of the point on the trajectory on which the moving particle. In the general case work not only depends on the distance between the pointsξ and x, but also on the path, i.e., W has the same value for any connecting points ξand x paths that can be continuously deformed into one another, this field is called conservative[2].

Assuming ξ point a fixed, and the x is variable, we consider integral $W = \int_{\xi}^{x} \vec{F} d\vec{r}$ as a function of x. Such a scalar function

$$u(x) = \int_{\xi}^{x} \vec{F} d\vec{r}$$

is called a potential of field $\vec{F}$.

If the field is gravity , the potential is Newtonian, the Newtonian potential with this definition, is generated by two particles with masses m_1 и m_2 placed at the points ξ (fixed) and-x (the variable) and has the form

$$u(x) = \int_{\xi}^{x} G m_1 m_2 \nabla(\frac{1}{r}) dr = G m_1 m_2 \frac{1}{r} + const$$

Where, G - constant of gravitation, r is the distance between points ξ and x:

$$r(\xi, x) = \{[x_1(\xi) - x_1(x)]^2 + [x_2(\xi) - x_2(x)]^2 + [x_3(\xi) - x_3(x)]^2\}^{\frac{1}{2}},$$

Where, x^i - coordinates of the considered point.

The force of attraction of the same nature as caused by the attraction acting between electric charges and between magnets pros.

Consider a continuously distributed over the field Ω of simple sources with density ρ . The potential corresponding to this force field, is three-dimensional potential obtained by integrating the

$$u(x) = \int_{\Omega} \rho(\xi) \frac{1}{r(\xi, x)} d\Omega(\xi)$$

This volumetric capacity is a continuous, arbitrarily large number of times differentiable function defined at all points in free space, i.e. outside the considered region Ω . When the point x lies in Ω, the integral contains the singularity. However, if the density ρ is a bounded function of the Ω, potential *u(x)* exists at all points $x \in \Omega$ equal and differentiate everywhere[3].

Value $u(x) = \int_{\Gamma} \sigma(\xi) \frac{1}{r(\xi, x)} d\Gamma(\xi)$ is called the simple layer potential.

$u(x) = \int_{\Gamma} \mu(\xi) \frac{\partial}{\partial n(\xi)} (\frac{1}{r(\xi, x)}) d\Gamma(\xi)$ - the double-layer potential.

$\partial -$ surface plane, $\mu -$ the surface density or moment of the double layer.

The Laplace Equation $\nabla^2 u(x) = 0, x \in \Omega,$, with boundary conditions of type Dirichlet $u(x) = \bar{u}(x)$ on a plot Γ_1 of boundary $x \in \Gamma_1$ or of type Neumann $u(x) = \frac{\partial u(x)}{\partial n} = \bar{q}$ on a plot Γ_2 of boundary $x \in \Gamma_2$, where n - the external unit normal to the surface Γ, $\bar{u}$ and $\bar{q}$ - the values of the function and its normal derivative on the boundary $\Gamma = \Gamma_1 + \Gamma_2$. The function u is called harmonic in a region Ω bounded by a

closed surface Γ, it is:

1) in a continuous area Ω and at the boundary Γ ;

2) has in the area Ω the derivative of at least second order;

3) satisfies the Laplace equation in the area Ω . Any harmonic function can be represented as a distribution of potential, and vice versa, each potential is a harmonic function[4].

Thus, the effective way of stating boundary value problems in potential theory consists in the representation of harmonic functions in the form of potential of simple or double layer, due to the continuously distributed on the boundary Γ of a source function, provided that these potentials satisfy the boundary conditions for the function u. As a result, this approach leads to the formulation of integral equations where the unknown is a function of the source density. These equations can be represented in discrete form and to solve numerically, and the function u values at the internal points can be calculated by numerical integration using the values at the boundary.

The inconvenience of representation of the potentials of simple and double layers is the introduction of formal features of source density, which usually have nothing to do with the physical sense of the problem. This can be overcome by using a direct formulation of boundary elements method, where the values of the unknown function and its derivatives on the boundary Γ play the role of densities of the sources, defining the function u inside the area Ω . This formulation can be made using the method of weighted residuals. The advantage of the method of weighted residuals is its generality; this method can be directly extended to solve more complex equations and to apply for other numerical approaches such as finite elements method, therefore, is not difficult to link the boundary elements method with classical numerical methods.

Let it be required to approximate the solution of the problem described by the equation

$$\nabla^2 u(x) = 0, x \in \Omega \text{ and}$$

boundary conditions of the form

$$u(x) = \bar{u}(x), x \in \Gamma_1$$

$$q(x) = \bar{q}(x), x \in \Gamma_2$$

the error, obtained by replacing functions u and q, approximate representations can be minimized if, in accordance with the method of weighted residuals to write the following relationship[5]:

$$\int_\Omega \nabla^2 u(x) u^*(\xi, x) d\Omega(x) = \int_{\Gamma_2} [q(x) - \bar{q}(x)] u^*(\xi, x) d\Gamma(x) - \int_{\Gamma_1} [u(x) - \bar{u}(x)] q^*(\xi, x) d\Gamma(x) (*)$$

where u^* makes sense weight function and

$$q^*(\xi, x) = \frac{\partial u^*(\xi, x)}{\partial n(x)}$$

Integrating the relations (*) by parts x_i gives

$$-\int_\Omega \frac{\partial u(x) \partial u^*(\xi, x)}{\partial x_i(x) \partial x_i(x)} d\Omega(x) = -\int_{\Gamma_1} q(x) u^*(\xi, x) d\Gamma(x) - \int_{\Gamma_2} \bar{q}(x) u^*(\xi, x) d\Gamma(x) - \int [u(x) - \bar{u}(x)] q^*(\xi, x) d\Gamma(x)$$

Here i=l, 2, 3 and use the rule of summing over repeated indices. Again integrating by parts, obtain

$$\int_\Omega \nabla^2 u(x) u^*(\xi, x) d\Omega(x) = -\int_{\Gamma_2} \bar{q}(x) u^*(\xi, x) d\Gamma(x) + \int_{\Gamma_1} \bar{u}(x) q^*(\xi, x) d\Gamma(x) +$$

$$+ \int_{\Gamma_2} u(x) q^*(\xi, x) d\Gamma(x) - \int_{\Gamma_1} q(x) u^* (\xi, x) d\Gamma(x)$$

or in a more general way

$$\int_\Omega \nabla^2 u(x) u^*(\xi, x) d\Omega(x) = -\int_\Gamma q(x) u^*(\xi, x) d\Gamma(x) + \int_\Gamma u(x) q^*(\xi, x) d\Gamma(x)$$

The Delta - Dirac function $\Delta(\xi, x)$ has the following properties:

$$\Delta(\xi, x) = 0 \text{ at } \xi \neq x$$

$$\Delta(\xi, x) = \infty \text{ at } \xi = x$$

and besides,

$$\int_{\Omega} u(x)\Delta(\xi,x)d\Omega(x) = u(\xi).$$

The assumption that a function u^* is a fundamental solution of the Laplace equation gives

$$\nabla^2 u^*(\xi,x) = -2\pi\alpha\Delta(\zeta,x),$$

where α = 1 for two-dimensional problems and α = 2 for three-dimensional.

$$2\alpha\pi u(\xi) + \int_{\Gamma} u(x)q^*(\xi,x)d\Gamma(x) = \int_{\Gamma} q(x)u^*(\xi,x)d\Gamma(x) \quad (**)$$

From this equation it follows that the harmonic function can be represented as a sum of simple layer potential with a density $\frac{q}{2\alpha\pi}$ and the double-layer potential with density $-\frac{u}{2\alpha\pi}$.

Another advantage of direct formulations in comparison with indirect is that it can be loosened restrictions on the smoothness (according to Lyapunov) surface. If you take a point ξ on the boundary andconsider the jump in the integral (**), we obtain the following boundary integral equalization:

$$c(\xi)u(\xi) + \int_{\Gamma} u(x)q^*(\xi,x)d\Gamma(x) = \int_{\Gamma} q(x)u^*(\xi,x)d\Gamma(x)$$

This equalization provides a functional relationship between the functions u and q on the border Γ, which proves the consistency of their values on the boundary.

To calculate the function c(ξ) you can use two different procedures: one of them assumes constant the magnitude of the potential in the case of solid body does not generate flow, equivalent to displacement of a rigid body as a whole in the theory of elasticity.

Assume that a given area can be supplemented with small area Γ_ξ , which is part of a circle of radius ε with center in the point ξ lying on the boundary Γ . assuming that the function $u(x)$ satisfies at the point ξ the condition Gelder, have

where

$$c(\xi) = 2\pi + \lim_{\varepsilon \to} \int_{\Gamma_\varepsilon} \frac{\partial}{\partial n(x)} \left(\ln \frac{1}{r(\xi,x}\right) d\Gamma(x)$$

In particular, the results can also be useful in possibility to obtain tools for further improvement of methods of calculation and forecasting, in particular the calculation of the water levels in reservoirs and filtration costs. The results showed that the proposed numerical scheme can be used for other tasks with a free surface.

REFERENCES

[1] BrebbiaK., TellesZh., Vroubel L. Boundary element methods. – M.: Mir, 1987. 524 p.

[2] KalbayevaA.T., Berdaliyeva G.A. Numerical investigation of the water filtration through the dam withwater-impermeable filling elements // Collection of scientific works of aspirants, candidates for a master's degree,trainee-researchers of M. Auezov SKSU. Shymkent, 2002. - №3, p.8-11.

[3]A.T.Kalbayeva, S.D.Kurakbaeva, Zhidebaeva A.N., Brener A.M. Mathematical modeling o water filtration through a broken dam // World Academy of Science, Engineering and Technology. – July, 2012, Stockholm, Sweden.– №67. -P.830-833.

[4]KalbayevaA.T., Kurakbayeva S.D., KurakbayevA.D., BrenerA.M.Mathematical model and software for methods of calculating liquid filtration through the soil dams // Journal«Herald of KazNRTU» .– Almaty, 2016. - №3 (115) –p. 574-578

[5] KalbayevaA.T., KurakbayevA.D., BrenerA.M.,UsenovaA.Zh, Kurakbayeva S.D., Methods for calculating the water filtration through the dam with the damaged upper and lower pools. // Journal«Herald of KazNRTU» .– Almaty, 2017. - №1 (119) –p. 91-95

Калбаева А.Т., Куракбаева С.Д., Калбаева А.Т., Ельбергенова Г.Ж., Абдрахманова Г.М.

Обзор методов решения задач со свободными границами

Резюме. В данной статье проведен обзор численных методов, связанных с теорией потенциала, рассмотрена схема метода граничных элементов, который продемонстрировал большие возможности при решении задач со свободными поверхностями. Показано применение метода граничных элементов к решению задач об установившемся потенциальном течении, описывающихся уравнением Лапласа. Приведен прямой

способ формулировки граничных задач теории потенциала, приводящий к формулировке интегральных уравнений. Дана характеристика и связь метода граничных элементов с классическими численными методами.

Ключевые слова: метод граничных элементов, теория потенциалов, уравнение Лапласа, численные методы

Қалбаева А.Т., Құрақбаева С.Ж., Қалбаева А.Т., Ельбергенова Ғ.Ж., Абдрахманова Г.М.

Еркін шекаралармен есептерді шешу әдістеріне шолу

Түйіндеме. Бұл мақалада потенциал теориясымен байланысты сандық әдістерге шолу жүргізілді, еркін беттермен есептерді шешу кезінде үлкен мүмкіндіктерді көрсететін шекаралық элементтер әдісінің сұлбасы қарастырылды. Лаплас теңдеуімен сипатталатын, белгіленген потенциалды ағыс туралы есептерді шешуге шекаралық элементтер әдісін қолдану көрсетілген. Интегралдық теңдеулерді тұжырымдауға әкелетін әлеует теориясының шекаралық есептерін тұжырымдаудың тура тәсілі келтірілген. Шекаралық элементтер әдісінің классикалық сандық әдістермен байланысы мен сипаттамасы берілген.

Түйін сөздер: шекаралық элементтер әдісі, потенциалдар теориясы, Лаплас теңдеуі, сандық әдістер

ГРНТИ 49.46.01

[1]S. Orazaliyeva, [1]M. Yakubova
([1]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
E-mail: orazalieva-sandugash@mail.ru)

TEMPERATURE MEASUREMENT WITH TILTED FIBER BRAGG GRATINGS

Annotation. This article shows the possibilities of measuring the response of an inclined Bragg (TFBG-tilted fiber Bragg gratings) to temperature changes based on pre-made laboratory measurements.

Keywords: tilted fiber Bragg grating, sheath mode, temperature, sensitivity.

[1]С. Оразалиева, [1]М. Якубова
([1]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан
E-mail: orazalieva-sandugash@mail.ru)

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ С ПОМОЩЬЮ НАКЛОННЫХ ВОЛОКОННЫХ РЕШЁТОК БРЭГГА

Аннотация. В статье представлены возможности измерения реакции наклонной волоконной решётки Брэгга (TFBG-tilted fiber Bragg gratings) на изменения температуры, основанной на заранее проведенных лабораторных результатах измерений.

Keywords: наклонная волоконная брэгговская решетка, мода оболочки, температура, чувствительность.

Введение

В настоящее время волоконные брэгговские решетки (ВБР) рассматриваются как один из наиболее перспективных чувствительных элементов волоконно-оптических датчиков (ВОД) физических величин. К числу основных преимуществ ВОД можно отнести устойчивость к воздействию электромагнитных полей, высокую чувствительность, радиационную стойкость, широкий динамический диапазон измерений, малые габариты и вес.

Реакция TFBG на изменения температуры

Одномодовая волоконно-оптическая сетка SMF-28 TFBG с углом наклона отражающих поверхностей на 5° подвергается воздействию переменной температуры в климатической камере. Температура изменялась в диапазоне от -30°C до 80°C путем измерения оптической мощности излучения после прохождения через решётку. Уровень оптической мощности для всего спектрального диапазона определяется спектральными характеристиками источника SLD. На рисунке 1 показано смещение спектра в сторону более длинных волн из-за повышения температуры. Это явление вызвано, как и в случае с простыми сетками Брэгга, тепловым расширением оптического волокна, на котором записана сетка, и изменением оптической постоянной, с преобладающим эффектом теплового расширения волокна. Для более тщательного изучения этого явления и разработки метода, нечувствительного к изменениям температуры, был проведен анализ нескольких

областей спектральных характеристик. Эти области близки к длинам волн, соответствующим основному резонансу Брэгга и отдельным вершинам, связанным с существованием моды оболочек.

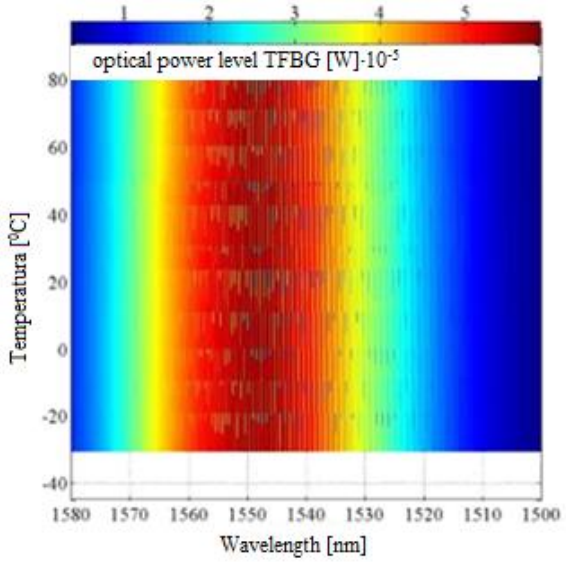


Рис. 1. Спектр передачи TFBG измеряется при переменной температуре

Красная область, соответствующая мощности передачи $5 \cdot 10^{-5}$ Вт в диапазоне длины волны 1550нм связано с существованием характерного максимума на кривой излучения SLD. В измерениях использовался полупроводниковый фотодетектор из арсенида галлия-индия фирмы Thorlabs, PDA10CFтипа. Результаты первых измерений температуры, приведенные на рисунке 1, во многом определяются спектральными характеристиками источника света. На рисунке 2 показано изменение коэффициента передачи наклонной волоконной решётки Брэгга.

На рисунке 2 показан характерный сдвиг отдельных частей спектральной характеристики наклонной волоконной решётки Брэгга(TFBG)под влиянием температуры. По мере повышения температуры отдельные участки спектра TFBG смещаются в сторону более длинных волн. Это в основном связано с температурным расширением волокна, на котором записана сетка.

Спектральные смещения отдельных частей характеристик для всех длин волн i (где i = 1, 2, ..., n) на спектральных характеристиках одинаковы.

Для измерения температуры с помощью датчика надо использовать это свойство TFBG [5], заключающееся в смещении отдельных частей спектральных характеристик. Влияние температуры вызывает изменение спектральных характеристик TFBG, что при отсутствии учета этого влияния делает невозможным проведение соответствующих измерений других физических величин на основе измерения изменения положения отдельных частей спектральных характеристик.

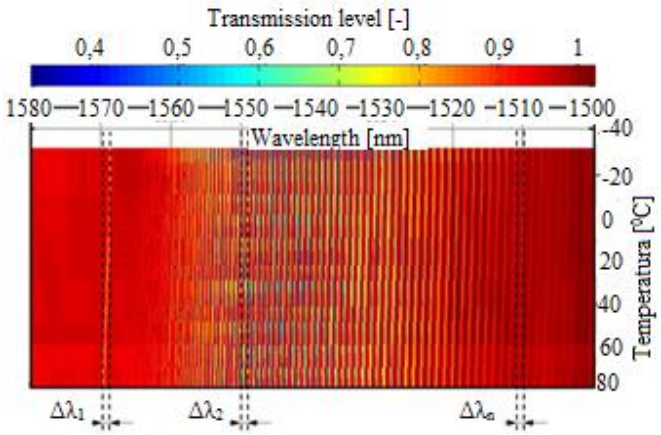


Рис. 2. Спектры передачи наклонной волоконной решётки Брэгга, измеренные при различных температурах

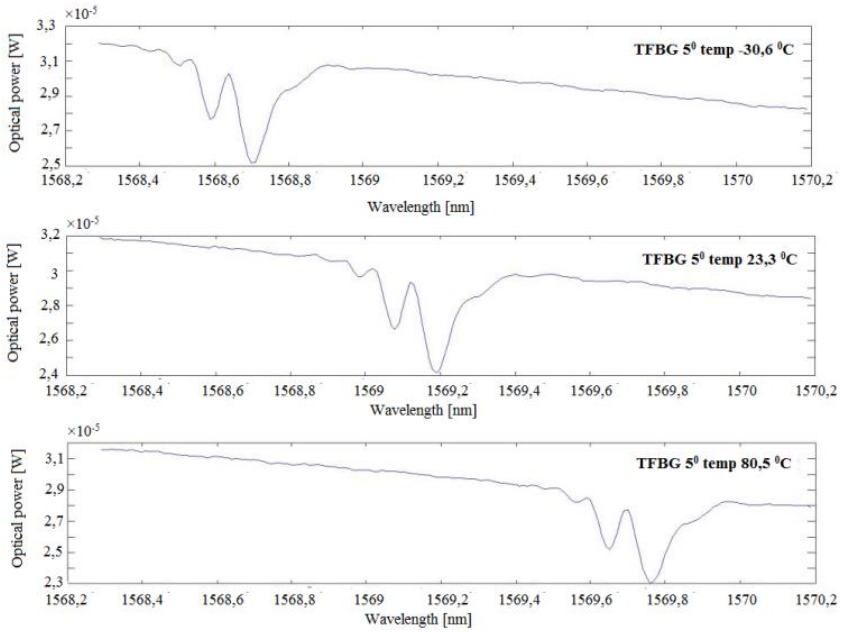


Рис. 4. Смещение основного резонанса TFBG в результате температурных изменений

Форма части спектра по характеристикам передачи TFBG, связанной с резонансом Брэгга, не меняется (рисунок 4). Только длина изменяетсяволна, для которой существует минимум передачи. Спектральные характеристики сдвинуты, а форма температурных характеристик обработки такой структуры показана на рисунке 5

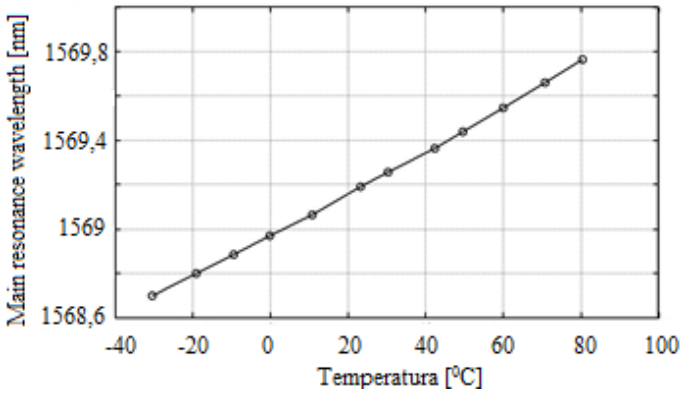


Рис. 5. Изменение длины основной резонансной волны TFBG

Мода ядра TFBG имеет наибольшую длину волны и соответствующий пик по спектральным характеристикам самый узкий. Основная резонансная длина волны характеризуется такой же температурной чувствительностью (~10 pm/°C) и такой же чувствительностью к осевому напряжению (~1 pm/με), как и волоконной решётки Брэгга (FBG) [1]. В пределах измеренного диапазона температуры от -30,5°C до 80,5°C коэффициент чувствительности длины волны основного модуля структуры TFBG к температуре составляет 10 pm/°C. Температурная зависимость длины резонансной волны Брэгга от температуры линейна и соответствует теоретической чувствительности структуры FBG.

По характеристикам изменения длины волны с изменением температуры от -30.5°C до 80.5°C, проанализирован резонанс спектральных характеристик мод оболочек. Существует множество работ, в которых авторы отмечают моды оболочек с последовательными цифрами. Наиболее часто используются обозначения, предложенные в работах [2, 3, 4], в которых обозначения даются двумя индексами: первый индекс указывает, четность или нечетность мод (обозначение: 0 - четная, 1 - нечетная), а второй индекс указывает на следующий номер моды.

Для анализа выбраны три резонанса и по спектральным характеристикам пропускания были обозначены как: основной резонанс, резонанс моды оболочки №1 (из выбранной моды распространения в оболочке) и резонанс моды оболочки №2.

Для сравнения, на рисунке 6 представлены характеристики влияния температуры на минимальное смещение для трех выбранных резонансов.

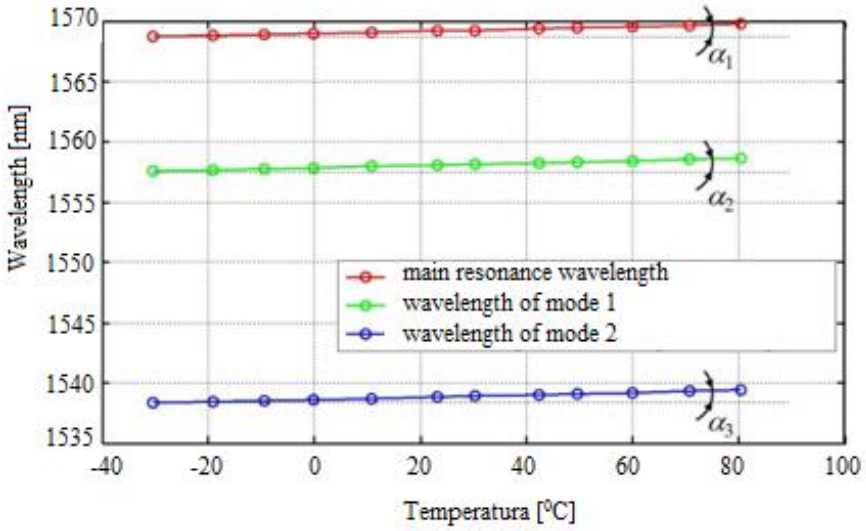


Рис. 6. Характеристики влияния температуры на длину волны для трех выбранных резонансов.

Чувствительность длины волны, соответствующей минимальной передаче для данного резонанса, может быть определена следующим образом:

$$K_T^{\lambda_{min}} = \frac{\Delta\lambda_{mi}}{\Delta T} \quad (1)$$

где $\Delta\lambda_{min}$ – смещение минимальной длины волны выбранной моды, а ΔT - изменение температуры, вызывающее такое смещение. Поскольку углы наклона кривых обработки для выбранных мод равны (рисунок 6), это можно записать:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \cdots = \alpha_n \quad (2)$$

Поскольку уравнение (1) выполнено касательно углов наклона, поэтому минимальная чувствительность $K_T^{\lambda_{min}}$ одинакова для всех мод.

Заключение

В данной статье представлены результаты спектральных исследований, которые показывают, что температурная чувствительность всех резонансов TFBG одинакова и не зависит, например, от порядка расположения моды оболочки. Поскольку все резонансы мод активной зоны и оболочки характеризуются одинаковой температурной зависимостью, температурный сдвиг максимумов от спектральных характеристик может быть компенсирован за счет измерения относительных сдвигов длины волны. (например, по отношению к максимуму, который соответствует основному резонансу).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Chen Ch., Laronche A., Bouwmans G., Bigot L., Quiquempois Y., Albert J., Sensitivity of photonic crystal fiber modes to temperature, strain and external refractive index, Optics Express 16(13), 9645-9653 (2008). doi: 10.1364/OE.16.009645.

[2] Dong X., Zhang H., Liu B., Miao Y., Tilted Fiber Bragg Gratings: Principle and Sensing Applications, Photonic Sensors 1(1), 6-30 (2011). doi: 10.1007/s13320-010-0016-x.

[3] Guo T., Shao L., Tam H.-Y., Peter K. A., Albert Jacques, Tilted fiber grating accelerometer incorporating an abrupt biconical taper for cladding to core recoupling, Optics Express 17(23), 20651-20660 (2008). doi: 10.1364/OE.17.020651.

[4] Laffont G., Ferdinand P., Tilt short-period fibre-Bragg-grating-induced coupling to cladding modes for accurate refractometry, Meas. Sci. Technol. 12, 765-770 (2001). doi: 10.1088/0957-0233/12/7/302.

[5] Wójcik, W., Kisała P., The application of inverse analysis in strain distribution recovery using the fibre Bragg grating sensors. Metrology and Measurement Systems 16(4), 649-660 (2009).

[6] Rahimi S., Ban D., Xiao G., Zhang Z., Albert J., Temperature and Strain Sensors Based on Integration of Tilted Fiber Bragg Gratings With a Free Spectral Range Matched Interrogation System. IEEE Sensors Journal 9(7), 858-861 (2009). doi: 10.1109/JSEN.2009.2024710.

Оразалиева С., Якубова М.

Көлбеу талшықты оптикалық Брэг торын (TFBG) қолдану арқылы температураны өлшеу

Түйіндеме. Берілген мақалада алдын ала жүргізілген зертханалық өлшеу нәтижелеріне негізделген температураның өзгерісіне көлбеу талшықты оптикалық Брэг торының сезімталдығын өлшеу мүмкіндігі келтірілген.

Түйін сөздер: көлбеу талшықты Брэгг торы, қабық модасы, температура, сезімталдылық.

УДК 517.956+4.536.24

Ye.M. Khairullin, A.S. Azhibekova, G.A. Tulesheva
(Institute of Cybernetics and Information Technology, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: khairullin_42_42@mail.ru, aliya_azhibek@mail.ru)

ABOUT ONE BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION OF HEAT AND MASS TRANSFER

Abstract. A multidimensional boundary-value problem for the integro-differential equation (IDE) in half-space is considered. Some problem of heat and mass transfer is reduced to it [1, 2]. The solution to the problem is sought as the sum of double layer potentials and the Cauchy function for the IDE [3]. A lemma on the potential jump in a neighborhood of the hyperplane $x_n = 0$ is given. A system of integro-differential equations (SIDE) with various heat conduction operators is obtained using the boundary conditions. The characteristic part of the SIDE is solved by the method of integral Fourier-Laplace transforms under the fulfillment of the solvability condition [4, 5]. Using the regularization method the SIDE is reduced to the system of Volterra-Fredholm integral equations.

Keywords: heat and mass transfer, boundary value problem, integro-differential equation, solvability condition, regularization.

Е.М. Хайруллин, А.С. Ажибекова, Г.А. Тулешева
(Институт кибернетики и информационных технологий, Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: khairullin_42_42@mail.ru, aliya_azhibek@mail.ru)

ОБ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА

Аннотация. Рассмотрена многомерная краевая задача для интегро-дифференциального уравнения (ИДУ) в полупространстве, к которой сводится некоторая задача тепло- и массообмена [1, 2]. Решение задачи ищется в виде суммы потенциалов двойного слоя и функции Коши для ИДУ [3]. Приведена лемма о скачке потенциалов в окрестности гиперплоскости $x_n = 0$. Используя граничные условия, получена система интегро-дифференциальных уравнений (СИДУ) с различными операторами теплопроводности. Характеристическая часть СИДУ решена методом интегральных преобразований Фурье-Лапласа при выполнении условия разрешимости [4, 5]. Методом регуляризации СИДУ сведена к системе интегральных уравнений Вольтерра-Фредгольма.

Ключевые слова: тепло- и массообмен, краевая задача, интегро-дифференциальное уравнение, условие разрешимости, регуляризация.

1. Постановка задачи

Найти решение СИДУ:

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} - \lambda_k \Delta\right) U_k(x,t) = \mu_k \int_0^t \Delta U_k(x,\tau)\,d\tau + f_k(x,t), \qquad k = 1,2 \tag{1}$$

в области $Q_T \equiv \{(x', x_n, t): x' \in R^{n-1}, x_n \in R_+, t \in]0, T[\}$, удовлетворяющей начальным условиям:

$$U_k(x,0) = 0 \tag{2}$$

и граничным условиям:

$$\left(\alpha_1^{(1)}U_1(x,t)+\alpha_2^{(1)}U_2(x,t)\right)|_{x_n=0}=\varphi_1(x',t),\quad (x',t)\in Q_T^{(1)}=Q_T\backslash x_n,$$
$$\left(\alpha_1^{(2)}\frac{\partial U_1(x,t)}{\partial x_n}+\alpha_2^{(2)}\frac{\partial U_2(x,t)}{\partial x_n}+\alpha_3^{(2)}U_1(x,t)+\alpha_4^{(2)}U_2(x,t)\right)|_{x_n=0}=\varphi_2(x',t), \quad (3)$$

где Δ - оператор Лапласа по переменным $x=(x_1,x_2,\dots,x_n)$, λ_k, μ_k, $\alpha_i^{(1)}(i=1,2)$, $\alpha_i^{(2)}$ $(i=\overline{1,4})$ - заданные постоянные, причем $0<\lambda_1<\lambda_2$; $\mu_k\geq 0$; $f_k(x,t),\varphi_k(x',t)$ - заданные ограниченные непрерывные функции, имеющие частные производные по t первого порядка, а по переменной x и x' до второго порядка соответственно.

2. Сведение задачи (1)-(3) к СИДУ

Решение задачи (1)-(3) будем искать в следующем виде:

$$U_k(x,t)=-\psi_k\cdot G_{x_n}^{(k)}[x,t]+f_k\cdot H_k[x,t], \quad (4)$$

где * - знак свертки;

$$G^{(k)}(x,t)=\frac{2\lambda_k\exp\left[-\frac{|x|^2}{4\lambda_k t}\right]}{\left[2\sqrt{\pi\lambda_k t}\right]^n},\qquad G_{x_n}^{(k)}=\frac{\partial}{\partial x_n}G^{(k)}(x,t).$$

$H_k(x,t)$ - функция Коши для ИДУ определяется следующим равенством:

$$H_k(x,t)=G^{(k)}(x,t)+\mu_k G_1^{(k)}(x,t),$$

причем $G^{(k)}(x,t)$ - фундаментальное решение уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial G^{(k)}(x,t)}{\partial t}=\lambda_k\Delta G^{(k)}(x,t);$$

$$G_1^{(k)}(x-\xi,t-\tau)=\int_\tau^t ds\int_{R^n}G^{(k)}(x-y,t-s)\Gamma(y-\xi,s-\tau)dy,$$

$\Gamma(y,t)$ - резольвента интегрального уравнения Вольтерра второго рода.

Функции $U_k(x,t)$, определяемые равенством (4), удовлетворяют системе (1) и начальным условиям (2).

Выберем функции $\Psi_k(x',t)\in C_{x',t}^{2,1}\left(Q_T^{(1)}\right)$ так, чтобы функции $U_k(x,t)$, определяемые формулами (4), удовлетворяли граничным условиям (3). Для этого приведем следующую лемму.

Лемма. Если $\omega(x',t)\in C_{x',t}^{2,2}\left(Q_T^{(1)}\right)$, то

$$\lim_{x_n\to 0}\int_0^t d\tau\int_{R^{n-1}}G_{x_nx_n}^{(k)}(x'-\xi',x_n,t-\tau)\omega(\xi',\tau)\,d\xi'=\frac{1}{\lambda_k}G^{(k)}*F_k[\omega][0,x',t],$$

где

$$F_k[\omega]=\left(\frac{\partial}{\partial t}-\lambda_k\Delta_{x'}\right)\omega(x',t).$$

Лемма доказывается интегрированием по частям после замены $G_{x_nx_n}^{(k)}$ через $-\frac{1}{\lambda_k}\left(\frac{\partial}{\partial t}-\lambda_k\Delta_{x'}\right)G^{(k)}$.

Для определения функции $\Psi_k(x',t)$ подставим (4) в граничные условия (3). При этом используя лемму и свойства потенциалов двойного слоя, получим СИДУ:

$$\alpha_1^{(1)}\Psi_1(x',t)+\alpha_2^{(1)}\Psi_2(x',t)+\alpha_1^{(1)}f_1*H_1[x',0,t]+\alpha_2^{(1)}f_2*H_2[x',0,t]=\varphi_1(x',t), \quad (5)$$

$$\frac{\alpha_1^{(2)}}{\lambda_1}F_1[\Psi_1]+\frac{\alpha_2^{(2)}}{\lambda_2}F_2[\Psi_2]+\alpha_1^{(2)}f_{1x_n}*H_1[x',0,t]+\alpha_2^{(2)}f_{2x_n}*H_2[x',0,t]+$$
$$+\alpha_3^{(2)}f_1*H_1[x',0,t]+\alpha_4^{(2)}f_2*H_2[x',0,t]=\varphi_2(x',t). \quad (6)$$

Исключая функцию $\Psi_2(x',t)$, считая, что $\alpha_2^{(1)}\neq 0$, будем иметь ИДУ:

$$\sum_{k=1}^{2}\frac{\alpha_k^{(2)}}{\lambda_k}\left(-\frac{\alpha_1^{(1)}}{\alpha_2^{(1)}}\right)^{k-1}F_k[\Psi_1]*G^{(k)}[x',0,t]=\Phi(x',t), \tag{7}$$

где

$$\Phi(x',t)=\varphi_2(x',t)-\frac{\left(\alpha_3^{(2)}\alpha_2^{(1)}-\alpha_1^{(1)}\alpha_4^{(2)}\right)}{\alpha_2^{(1)}}\Psi_1(x',t)-\left(\frac{\alpha_2^{(2)}}{\lambda_2}F_2+\alpha_4^{(2)}\right)\frac{\varphi_1(x',t)}{\alpha_2^{(1)}}+$$
$$+\left(\frac{\alpha_2^{(2)}}{\lambda_2\alpha_2^{(1)}}F_2+\alpha_4^{(2)}\right)\left(\frac{\alpha_1^{(1)}}{\alpha_2^{(1)}}f_1*H_1[x',0,t]+f_2*H_2[x',0,t]\right)-$$
$$-\left(\alpha_3^{(2)}f_1*H_1[x',0,t]+\alpha_4^{(2)}f_2*H_2[x',0,t]\right)-$$
$$-\left(\alpha_1^{(2)}f_{1x_n}*H_1[x',0,t]+\alpha_2^{(2)}f_{2x_n}*H_2[x',0,t]\right). \tag{8}$$

3. Решение характеристической части системы (5) и (6)

Выделяя главную часть системы (5) и (6) рассмотрим их характеристическое уравнение:

$$\sum_{k=1}^{2}\frac{A_k}{\lambda_k}G^{(k)}*F_k[\Psi_1][0,x',t]=\Phi(x',t), \tag{9}$$

где функция $\Phi(x',t)$ определяется выражением (8), $A_k=\alpha_k^{(2)}\left(-\frac{\alpha_1^{(1)}}{\alpha_2^{(1)}}\right)^{k-1}$.

Для решения уравнения (9) введем класс функций $C_{x',t}^{2,1}\left(Q_T^{(1)}\right)$, имеющие частные производные по переменной x' до второго порядка, а по t первого порядка, непрерывные и удовлетворяющие неравенствам

$$|\varphi_i(x',t)|\le\frac{M}{(1+|x'|^2)^q}\quad(q>0),$$
$$|\Psi_i(x',t)|,\left|\frac{\partial\Psi_i(x',t)}{\partial x_1^{k_1}\dots\partial x_{n-1}^{k_{n-1}}}\right|,\left|\frac{\partial^2\Psi_i}{\partial x_1^{k_1}\dots\partial x_n^{k_{n-1}}}\right|\le\frac{M}{(1+|x'|^2)^{q_1}}\quad(q_1>0).$$

Предполагая, что функции Ψ_1 и $\Phi\in C_{x',t}^{2,1}\left(Q_T^{(1)}\right)$, применим преобразование Фурье по переменной x' к обеим частям (9). Тогда

$$\sum_{k=1}^{2}\frac{A_k}{\lambda_k}\frac{1}{\left(\sqrt{2\pi}\right)^{n-1}}\int_{R^{n-1}}\left[\int_0^t d\tau\int_{R^{n-1}}F_k[\Psi_1]G^{(k)}(x'-\xi',t-\tau)\,d\xi'\right]e^{i(s'x')}dx'=\tilde{\Phi}(s',t), \tag{10}$$

где

$$\tilde{\Phi}(s',t)=\frac{1}{\left(\sqrt{2\pi}\right)^{n-1}}\int_{R^{n-1}}\tilde{\Phi}(x',t)\,e^{i(s'x')}dx',\qquad s'x'=s_1x_1+s_2x_2+\dots+s_{n-1}x_{n-1}.$$

Производя замену $\xi'-x'=y'$ в уравнении (10), перепишем его в следующем виде

$$\sum_{k=1}^{2}\frac{A_k}{\lambda_k}\frac{1}{\left(\sqrt{2\pi}\right)^{n-1}}\int_{R^{n-1}}\left[\int_0^t d\tau\int_{R^{n-1}}F_k[\Psi_1]G^{(k)}(y',t-\tau)e^{i(y's')}dy'\right]e^{i(s'x')}dx'=\tilde{\Phi}(s',t).$$

Используя значение интеграла

$$\int_{R^{n-1}}G^{(k)}(y',t-\tau)e^{i(s'y')}dy'=\frac{2\lambda_k e^{-\lambda_k|s'|^2(t-\tau)}}{\sqrt{2\pi\lambda_k(t-\tau)}},\ |s'|^2=s_1^2+s_2^2+\dots+s_{n-1}^2,$$

перепишем последнее равенство в следующем виде

$$\sum_{k=1}^{2}\frac{A_k}{\lambda_k}\int_0^t F_k\left[\widetilde{\Psi_1}(s',\tau)\right]e^{-\lambda_k|s'|^2(t-\tau)}d\tau=\tilde{\Phi}(s',t).$$

Применяя к этому уравнению преобразование Лапласа по переменной t, получим

$$\sum_{k=1}^{2}\frac{A_k}{\lambda_k}\int_0^{\infty}e^{-pt}\left(\int_0^{t}F_k[\Psi_1]e^{-\lambda_k|s'|^2(t-\tau)}d\tau\right)dt=\bar{\tilde{\Phi}}(s',p),\qquad(11)$$

где

$$\bar{\tilde{\Phi}}(s',p)=\int_0^{\infty}\tilde{\Phi}(s',t)e^{-pt}\,dt.$$

Переставляя интегралы в (11) по формуле Дирихле, имеем

$$\sum_{k=1}^{2}\frac{A_k}{\lambda_k}\int_0^{\infty}\int_{\tau}^{\infty}F_k[\widetilde{\Psi_1}]e^{-\left(pt+\lambda_k|s'|^2(t-\tau)\right)}d\tau\,dt.$$

Делая здесь замену переменной интегрирования $t-\tau=t_1$ будем иметь

$$\sum_{k=1}^{2}\frac{A_k}{\lambda_k}F_k[\bar{\tilde{\Psi}}_1]\int_0^{\infty}e^{-\left(p+\lambda_k|s'|^2\right)t_1}dt_1=\bar{\tilde{\Phi}}(s',p).$$

Отсюда в силу равенства

$$\int_0^{\infty}e^{-\left(p+\lambda_k|s'|^2\right)t}\,dt=\frac{1}{\sqrt{p+\lambda_k|s'|^2}},$$

получим

$$\bar{\tilde{\Psi}}_1(s',p)=L(s',p)\bar{\tilde{\Phi}}(s',p),\qquad(12)$$

где

$$L(s',p)=\frac{\bar{\tilde{\Phi}}(s',p)}{A_1\sqrt{\lambda_2}\sqrt{p+\lambda_1|s'|^2}+A_2\sqrt{\lambda_1}\sqrt{p+\lambda_2|s'|^2}}.\qquad(13)$$

Для нахождения оригинала функции $L(s',p)$, определяемое равенством (13), найдем корни знаменателя.

$$\Delta(s,p)=A_1\sqrt{\lambda_2}\sqrt{p+\lambda_1|s'|^2}+A_2\sqrt{\lambda_1}\sqrt{p+\lambda_2|s'|^2}=0$$

Умножая на $\left(A_1\sqrt{\lambda_2}\sqrt{p+\lambda_1|s'|^2}-A_2\sqrt{\lambda_1}\sqrt{p+\lambda_2|s'|^2}\right)$, получим

$$(A_1^2\lambda_2-A_2^2\lambda_1)p+\lambda_1\lambda_2(A_1^2-A_2^2)|s'|^2=0.$$

Корнем иррационального уравнения является

$$p=-A|s'|^2,\qquad A=-\frac{\lambda_1\lambda_2\left(A_1^2-A_2^2\right)}{A_1^2\lambda_2-A_2^2\lambda_1}.$$

Теперь представим функцию $\bar{\tilde{\Psi}}_1(s',p)$ в следующем виде

$$\bar{\tilde{\Psi}}_1(s,p)=\frac{\sqrt{\lambda_1\lambda_2}\left[A_1\sqrt{\lambda_2}\sqrt{p+\lambda_1|s'|^2}-A_2\sqrt{\lambda_1}\sqrt{p+\lambda_2|s'|^2}\right]}{(A_1^2\lambda_2-A_2^2\lambda_1)[p+A|s'|^2]}=$$

$$=\frac{\sqrt{\lambda_1\lambda_2}}{(A_1^2\lambda_2-A_2^2\lambda_1)}\left[\frac{A_1\sqrt{\lambda_2}(p+\lambda_1|s'|^2)}{\sqrt{p+\lambda_1|s'|^2}(p+A|s'|^2)}-\frac{A_2\sqrt{\lambda_1}(p+\lambda_2|s'|^2)}{\sqrt{p+\lambda_2|s'|^2}(p+A|s'|^2)}\right]\bar{\tilde{\Phi}}(s',p).\qquad(14)$$

Найдем оригинал функции $L_i(s,p)$

$$L_i(s',p)=\frac{1}{\sqrt{p+\lambda_i|s'|^2}(p+A|s'|^2)}.$$

Используя формулы

$$\frac{1}{\sqrt{p+\lambda_i|s'|^2}}\coloneqq\frac{e^{-\lambda_i|s'|^2t}}{\sqrt{\pi t}},$$

$$\frac{1}{p+A|s'|^2}\coloneqq e^{-A|s'|^2t}$$

и теорему о свертке, будем иметь

$$\frac{1}{\sqrt{p+\lambda_i|s'|^2}(p+A|s'|^2)}=\int_0^{t}\frac{e^{-\lambda_i|s'|^2(t-\tau)-A|s'|^2\tau}}{\sqrt{\pi(t-\tau)}}d\tau=$$

$$= \sqrt{t}\int_0^1 \frac{e^{-a_i^2(x)t|s'|^2}}{\sqrt{\pi(1-x)}}dx\,,\ a_i(x) = \sqrt{\lambda_i x + A(1-x)}\,. \qquad (15)$$

Учитывая (15) и применяя формулу свертки к правой части равенства (14), найдем оригинал функции

$$\tilde{\Psi}_1(s',t) = \int_0^t \tilde{L}(s',t-\tau)\tilde{\Phi}(s',\tau)\,d\tau, \qquad (16)$$

где

$$\tilde{L}(s',t) = \frac{\sqrt{\lambda_1\lambda_2}}{A_1^2\lambda_2 - A_2^2\lambda_1}\sum_{k=1}^{2}(-1)^{k-1}A_k\sqrt{\lambda_{2-(k-1)}}\times$$
$$\times\left[\frac{e^{-\lambda_k|s'|^2t}}{\sqrt{\pi t}} + (\lambda_k - A)|s'|^2\sqrt{t}\int_0^1 \frac{e^{-\alpha_k^2(z)|s'|^2t}}{\sqrt{\pi z}}dz\right]. \qquad (17)$$

Теперь применяя обратное преобразование Фурье по переменной s' к выражению (17) и при этом учитывая значения интегралов

$$\frac{1}{\left(\sqrt{2\pi}\right)^{n-1}}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\lambda_k|s'|^2t+i(s',x')}ds' = \frac{e^{-\frac{|x'|^2}{4\lambda_k t}}}{\left(\sqrt{2\lambda_k t}\right)^{n-1}},$$

$$\frac{1}{\left(\sqrt{2\pi}\right)^{n-1}}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha_k^2(z)|s'|^2t+i(s',x')}|s'|^2ds' = \frac{\left(1-\frac{|x'|^2}{2\alpha_k^2(z)t}\right)e^{-\frac{|x'|^2}{4\alpha_k^2(z)t}}}{\left(\alpha_k(z)\sqrt{2t}\right)^{n-1}(2\alpha_k^2(z)t)},$$

получим

$$L(x',t) = \frac{\sqrt{\lambda_1\lambda_2}}{(A_1^2\lambda_2 - A_2^2\lambda_1)}\sum_{k=1}^{2}(-1)^{k-1}A_k\sqrt{\lambda_{2-(k-1)}}\times$$
$$\times\left[\frac{e^{-\frac{|x'|^2}{4\lambda_k t}}}{\left(\sqrt{2\lambda_k t}\right)^{n-1}\sqrt{\pi t}} + (\lambda_k - A)\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{\pi z}\left(\alpha_k(z)\sqrt{2t}\right)^{n-1}(2\alpha_k^2(z)t)}\left(1-\frac{|x'|^2}{2\alpha_k^2(z)t}\right)e^{-\frac{|x'|^2}{4\alpha_k^2(z)t}}dz\right]. \qquad (18)$$

Учитывая (18) и применяя обратное преобразование к выражению (16), найдем

$$\Psi_1(x',t) = \frac{1}{\left(\sqrt{2\pi}\right)^{n-1}}\int_0^t L(x'-\xi',t-\tau)\Phi(\xi',\tau)\,d\tau\,, \qquad (19)$$

где $\Phi(\xi',t)$ и $L(x',t)$ соответственно определяются выражениями (8) и (18).

Очевидно, что $L(x',t)$ как ядро регулярно и имеет такую же особенность, как $G^{(k)}(x',0,t)$. $L(x',t)$ – назовем резольвентой.

Таким образом, в результате имеем следующую теорему.

Теорема. При $A_1^2\lambda_2 - A_2^2\lambda_1 \neq 0$, если $\frac{A_1}{A_2} > 0$, $\frac{(A_1+A_2)}{A_1\sqrt{\lambda_2}+A_2\sqrt{\lambda_1}} > 0$, то уравнение (9) разрешимо и функция

$$\Psi_1(x',t) = L^{-1}[\Phi] = \int_0^t d\tau \int_{R^{n-1}} L(x'-\xi',t-\tau)\Phi(\xi',\tau)\,d\xi' = L * \Phi(x',t)\,, \qquad (20)$$

удовлетворяет уравнению (9), если $\Phi(x',t)$ имеет производные второго порядка по первому аргументу и первого порядка по второму аргументу.

Теперь рассмотрим уравнение (9), предполагая, что характеристическая часть удовлетворяет условиям разрешимости. Пусть $L(x',t)$ - резольвента уравнения (9). Тогда применяя к уравнению (9) обратный оператор L^{-1} и учитывая (8), получим

$$\Psi_1(x',t)+\lambda\int_0^t d\tau\int_{R^{n-1}} L(x'-\xi',t-\tau)\Psi_1(\xi',\tau)d\xi'=\Phi_1(x',t), \qquad (21)$$

где

$$\Phi_1(x',t)=L*\varphi_2[x',0,t]-L*\left(\frac{\alpha_2^{(2)}}{\lambda_2}F_2+\alpha_4^{(2)}\right)\frac{\varphi_1[x',0,t]}{\alpha_2^{(1)}}+$$
$$+L*\left[\left(\frac{\alpha_2^{(2)}}{\lambda_2\alpha_2^{(1)}}F_2+\alpha_4^{(2)}\right)\left(\frac{\alpha_1^{(1)}}{\alpha_2^{(1)}}f_1*H_1[x',0,t]+f_2*H_2[x',0,t]\right)-\right.$$
$$-\left(\alpha_3^{(2)}f_1*H_1[x',0,t]+\alpha_4^{(2)}f_2*H_2[x',0,t]\right)-$$
$$\left.-\left(\alpha_1^{(2)}f_{1x_n}*H_1[x',0,t]+\alpha_2^{(2)}f_{2x_n}*H_2[x',0,t]\right)\right],$$
$$\lambda=\frac{\alpha_3^{(2)}\alpha_2^{(1)}-\alpha_1^{(1)}\alpha_4^{(2)}}{\alpha_2^{(1)}}.$$

Ядро $L(x',t)$ удовлетворяет оценке

$$|L(x',t)|\le M\frac{exp\left[-\delta\frac{|x'|^2}{t}\right]}{\left(\sqrt{t}\right)^n},\quad (M,\delta>0). \qquad (22)$$

На основании оценки (22) интегральное уравнение (21) можно решить методом последовательных приближений.

Итак функция $\Psi_1(x',t)$ определяется как решение интегрального уравнения (21), а неизвестная функция $\Psi_2(x',t)$ определяется из первого уравнения системы (5) и (6).

Резюмируя полученные результаты, мы можем утверждать, наша краевая задача для ИДУ в многомерном пространстве имеет решение только тогда, когда характеристическое уравнение (9) имеет решение.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Иванова Л.П., Ким Е.И. Двумерная задача тепло- и массообмена в процессах сушки // Известия АН СССР. Энергетика и автоматика. –1959. –№3. –С.76-84.

[2] Ким Е.И., Иванова Л.П. Об условиях разрешимости одной граничной задачи уравнения теплопроводности // Доклады АН СССР. –1961. –Т.139. –№4. –С.795-798.

[3] Хайруллин Е.М., Халбаева Ж.А. Функция Коши для интегро-дифференциального уравнения параболического типа в многомерном пространстве // Материалы IV международной научной конференции «Актуальные проблемы механики и машиностроения». – Алматы, 2014. – Том III. – С.311-316.

[4] Хайруллин Е.М., Әмір Е.М. Двухмерная особая граничная задача тепло- и массообмена // Труды Сатпаевских чтений: Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии. – Алматы, 2018. – С. 1089-1092.

[5] Хайруллин Е.М., Тулешева Г.А., Шакуликова А.Т. Об одной граничной задаче тепло- и массообмена // Вестник КазНИТУ. –2019. –№4. – С.510-516.

Хайруллин Е.М., Ажибекова А.С., Тулешева Г.А.

Жылу және масса алмасудың интегралды-дифференциалдық теңдеуінің бір шеттік есебі

Түйіндеме. Жұмыста көпөлшемді кеңістікте жылу және масса алмасудың интегралды-дифференциалдық теңдеуінің бір шеттік есебі қрастырылған. Есептің шешімін қос қабат жылу потенциалдарымен көпөлшемді кеңістіктегі интегралды-дифференциалдық теңдеудің Коши функциясының қосындысы түрінде ізделінеді. $x_n=0$ гипержазықтықтағы ізделінетін функцияның x_n айнымалысы бойынша дербес туындасының шектері жөнінде Лемма келтірілген. Шекаралық шарттарды пайдаланып, жылуөткізгіштік операторлары арқылы интегралды-дифференциалдық теңдеулер жүйесі (ИДТЖ) алыңған. Белгілі бір шарт орындалғанда ИДТЖ-ің характеристикалық бөлігінің шешімі Фурье-Лаплас интегралдық түрлендірулері арқылы айқын турде табылған. ИДТЖ-ін регулярлау әдісімен Вольтерра-Фредгольм интегралдық теңдеулер жүйесіне келтірілген. Егер шешілу шарты орындалса және берілген функциялардың айнымалылары бойынша екінші ретті дербес туындылары және *t* бойынша бірінші ретті туындылары бар болса, есептің шешімі бар болатындығы жөнінде теорема дәлелденген.

Түйін сөздер: жылу және масса алмасу, интегралды-дифференциалдық теңдеулер, шеттік есеп, шешілу шарты, регулярлау.

УДК 517.927.4

R.S. Ysmagul , Zh.R. Khamitbekov, A.O. Karim
(Kostanay State University named after A.Baitursynov,
Kostanay, Kazakhstan, e-mail: ismagulr@mail.ru)

BOUNDED OPERATORS IN THE HILBERT SPACES

Abstract. Hilbert space is considered as a generalized form of Euclidean space with infinite dimensions. Linear operators in Hilbert's space are continuous operators defined in all spaces, including bounded operators. Properties of operators in Hilbert space are considered and proved on the basis of concepts. There are given the basic conditions of existence and rank of inverse operator of linear operators. The norms, spectra of operators and properties and examples of a compact operator are given.

Key words. Linear bounded Operators, Hilbert space, Co-operator, Neyman's theorem, compact operator

Р.С. Ысмағұл, Ж.Р. Хамитбеков, А.О. Кәрім
(А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті,
Қазақстан, Қостанай қаласы. e-mail: ismagulr@mail.ru)

ГИЛЬБЕРТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ШЕНЕЛГЕН ОПЕРАТОРЛАР

Андатпа: Гильберт кеңістігі шексіз өлшемге ие евклид кеңістігінің жалпыланған түрі ретінде қарастырылады. Гильберт кеңістігіндегі сызықты операторлар барлық кеңістікте анықталған үзіліссіз операторларды құрайды, олардың ішінде шенелген оперторлар да бар. Гильберт кеңістігіндегі операторларының қасиеттері қарастырылып, тұжырымдамалар негізінде дәлелденеді. Сызықты операторлардың кері операторының бар болуының және оның шенелген болуының негізгі шарттары келтірілген. Операторлардың нормалары, спектрі және компакт операторлардың қасиеттері мен мысалдары келтірілген.

Түйін сөздер: Сызықты шенелген операторлар, гильберт кеңістігі, түйіндес оператор, Нейман теоремасы, компакт оператор

КІРІСПЕ

Гильберт кеңістігі ақырсыз өлшемді болатын евклид кеңістігінің жалпылануы түрінде қарастырылады. Гильберт кеңістігіндегі сызықтық операторлардың маңызды классы барлық жерде анықталған үзіліссіз, сонымен қатар олар гильберт кеңістігіндегі шенелген операторлар деп аталатын операторлар құрады. Гильберт кеңістігіндегі шенелген операторлардың аса маңызды классы скаляр көбейтіндіге арнайы қасиеттері бар өз-өзіне түйіндес оператор, унитарлы оператор және нормалды оператор болып табылады. Осы тақырып гильберт кеңістігіндегі шенелген операторлар зерттеу сұрақтарын шешуге бағытталған.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Сызықты оператор деп, H гильберт кеңістігінен H_1 гильберт кеңістігіне әсер есетін, H кеңістігінің кез-келген α мен β сандары үшін және x пен y векторлары үшін $A(\alpha x+\beta y)=\alpha Ax+\beta Ay$ шартын қанағаттандыратын $A: H\to H_1$ бейнеленуі аталады .

$A: H\to H_1$ операторының анықталу облысы деп A операторы анықталған, яғни $domA=\{x\in H: Ax\in H_1\}$ $x\in H$ барлық векторлар жиынтығы аталады, $domA=H.$

$A: H\to H_1$ операторының бейнесі деп $imA=\{y\in H_1: y=Ax$ болатындай $\exists x\in H\}$ жиыны аталады.

$A: H\to H_1$ операторының ядросы деп $\ker A=\{x\in H: Ax=0\}$ жиыны аталады.

$A: H\to H_1$ операторын $x_0\in H$ нүктесінде үзіліссіз деп атаймыз, егер кез-келген $\varepsilon>0$ үшін $\|Ax-Ax_0\|<\varepsilon$ теңсіздігі орындалатын, $\|x-x_0\|<\delta$ теңсіздігін қанағаттандыратын $\delta>0$ бар болса.

$A: H\to H_1$ операторы үзіліссіз деп аталады егер ол H кеңістігінің әрбір нүктесінде үзіліссіз болса.

$A: H \to H_1$ операторы шенелген деп аталады егер ол H жиынындағы барлық шенелгенді H_1 шенелген жиынға бейнелейтін болса.

Теорема [1]. Егер $A: H \to H_1$ сызықта оператор болса, онда келесі тұжырымдар парапар:

1) A операторы үзіліссіз болатын $x_0 \in H$ нүктесі бар болады;

2) A операторы үзіліссіз;

3) A операторы шенелген;

4) $\sup\limits_{\|x\| \le 1} \|Ax\|$ өлшемі ақырлы .

A сызықты операторының нормасы деп $\sup\limits_{\|x\| \le 1} \|Ax\|$ өлшемі аталады, және $\|A\|$ арқылы белгіленеді.

Лемма[1]. A сызықты оператор болсын. Онда

$$\|A\| = \sup_{\|x\| = 1} \|Ax\| = \sup_{x \neq 0} \frac{\|Ax\|}{\|x\|} \tag{1}$$

$A, B: H \to H_1, C: H_1 \to H_2 -$ сызықты оператор болсын. Онда норманың қасиеттері:

1) $\|A\| \ge 0$, және де $\|A\| = 0$ болады сонда, тек сонда ғана $A = 0$;

2) $\|\lambda A\| = |\lambda| \|A\|$, мұндағы $\lambda -$ сан.

3) $\|A + B\| \le \|A\| + \|B\|$;

4) $\|CA\| \le \|A\| \|C\|$ [1].

Егер барлық $y \in imA$ үшін $Ax = y$ теңдеуінің бірден артық шешімі бар болса, онда, x векторын y векторына сәйкестендіретін $A^{-1}: H_1 \to H$ кері операторы анықталған делінеді, яғни $A^{-1}y = x$.

Кері оператордың қасиеттері:

1) $domA^{-1} = imA, imA^{-1} = domA$;

2) егер $A: H \to H_1$ операторы сызықты болса және A^{-1} кері операторы бар болса, онда A^{-1} операторы да сызықты;

3) егер $A: H \to H_1$ және $B: H_1 \to H_2$ операторлары үшін A^{-1} және B^{-1} кері операторлары бар болса, онда BA операторы үшін кері оператор болады және $(BA)^{-1} A^{-1} = A^{-1} B^{-1}$;

4) егер $A: H \to H_1$ және $B: H_1 \to H_2$ сызықты операторлары $AB = I_{H_1}$ және $BA = I_H$ болатындай болса, онда $A^{-1} = B$ кері операторы бар болады (мұндағы, I_H, $I_{H_1} -$ сәйкесінше H және H_1 кеңістіктеріндегі тепе-тең операторлар).

Нейман теоремасы [1]. $A: H \to H_1$ сызықты оператор, $domA = H$ және $\|A\| < 1$ болсын. Онда барлық H кеңістігінде анықталған және $(I - A)^{-1} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} A^n$ теңдігі орындалатындай $(I - A)^{-1}$ кері әрі шенелген операторы бар болады .

Банах теоремасы (кері оператор туралы) [2]. Егер $A: H \to H_1 -$ барлық H кеңістігінде анықталға, A^{-1} кері операторы бар болатын сызықты шенелген оператор болса, онда A^{-1} кері операторы шенелген .

$A: H \to H_1 -$ сызықты шенелген оператор. λ комплекс саны A операторының меншікті мәні деп аталады, егер $Ax = \lambda x$ болатындай $x \in H$ нөлдік емес вектор бар болса, яғни $\ker(A - \lambda I) \neq \{0\}$.

Осы x векторы λ меншікті мәніне сәйкес келетін меншікті вектор деп аталады. Операторлың барлық меншікті мәндерінің жиынтығы A операторының нүктелік спектры деп аталады және $\sigma_p(A)$ арқылы белгіленеді.

λ комплекс сандары A операторының тұрақты мәні деп аталады, егер барлық H кеңістігінде анықталған $(I-A)^{-1}$ кері операторы бар болатын болса. Операторлың барлық тұрақты мәндерінің жиынтығы A операторының шешуі жиыны деп аталады және $\rho(A)$ арқылы белгіленеді.

$(I-A)^{-1}$ кері операторы бар болатын λ комплекс сандары барлық H кеңістігінде анықталмаған, бірақ кейбір H тығыз жиынында A операторының үзіліссіз спектрын жасайды және $\sigma_r(A)$ арқылы белгіленеді.

$A: H \to H_1$ сызықты шенелген оператор болсын. Онда спектордық қасиеттері:

1) $\sigma(A)=\sigma_p(A)\cup\sigma_c(A)\cup\sigma_r(A), \sigma_p(A)\cap\sigma_c(A)=\sigma_p(A)\cap\sigma_r(A)=\sigma_c(A)\cap\sigma_r(A)=\varnothing$

2) $\sigma(A)\subset\{\lambda\in \mathrm{C}: |\lambda|\le\|A\|\}$;

3) $\sigma(A)$ – тұйықталған жиын.

H гильберт кеңістігіндегі сызықты функционалдар деп H кеңістігін сандар (нақты немесе комплекс) жиынына бейнелейтін оператор аталады.

Сызықты функционалдардың қасиеттері:

1) H кеңістігіндегі сызықты функционалдың ядросы H кеңістігінің ішкі кеңістігі болып табылады;

2) Сызықты үзіліссіз функционалдың ядросы тұйықталған;

3) Сызықты үзіліссіз нөлдік емес функционалдың ядросының бірлескен өлшемдері (яғни $(\ker f)^{\perp}$ ортогональ толықтауышының өлшемдері) 1-ге тең;

4) Егер сызықты функционалдың тұйықталған болса, онда ол үзіліссіз;

Рис теоремасы [2]. $H-$ гильберт кеңістігі болсын. Онда H кеңістігіндегі барлық сызықты үзіліссіз f функционалы үшін $x\in H$ үшін $f(x)=(x,x_0)$, және де $\|f\|=\|x_0\|$ болатындай $x_0\in H$ жалғыз векторы бар болады.

$A: H\to H_1$ сызықты шенелген операторы үшін $A^*: H_1\to H$ түйіндес операторын анықтайық. Түйіндес операторлың $domA^*$ анықталу облысы деп $\{y\in H_1:$ барлық $x\in H$ үшін $(Ax,y)=(x,z)$ орындалатындай $z\in H$ жалғыз векторы бар болады $\}$ жиыны аталады. Рис теоремасынан $domA^*=H_1$ шығады. Анықтама бойынша $A^*y=z$ деп жориық. Осылайша, сызықты шенелген операторлар үшін барлық $x\in H$, $y\in H_1$ үшін $(Ax,y)=(x,A^*y)$.

$A: H\to H_1$ сызықты шенелген операторы өз-өзіне түйіндес деп аталады, егер $A^*=A$.

$A: H\to H_1$ сызықты шенелген операторы унитарлы деп аталады, егер $AA^*=A^*A=I$.

Түйіндес операциясының қасиеттері: $A,B: H\to H_1-$ сызықты шенелген операторлар болсын. Онда:

1) $(\alpha A+\beta B)^*=\overline{\alpha}A^*+\overline{\beta}B^*$, мұндағы α мен β сандар, ал сызық комплекс түйіндесті білдіреді;

2) $(A^*)^*=A$;

3) $\|A^*\|=\|A\|$.

Лемма (түйіндес операторлардың спекторларының байланысы туралы) [3]. $A: H\to H_1$ сызықты шенелген оператор болсын және λ комплекс саны оның меншікті мәні болып табылмасын. Онда $\lambda-$ A операторының қалдық спекторына тиісті болады сонда, тек сонда ғана $\overline{\lambda}$ саны A^* операторының меншікті мәні болса.

Теорема (өз-өзіне түйіндес оператордың нормасы туралы) [3]. Егер $A: H \to H_1$ шенелген өз-өзіне түйіндес оператор болса, онда $\|A\| = \sup\limits_{\|x\| \le 1} |(Ax, x)|$.

$A: H \to H_1$ операторы компакт деп аталады, егер кез-келген шенелген x_n $(x_n \in H)$ тізбектен H_1 кеңістігінде жинақталатындай Ax_{n_k} тізбегін шығаруға болатын болса.

Егер $\dim H_1 < \infty$, онда $A: H \to H_1$ сызықты шенелген оператор ақырлы өлшемді деп аталады.

Компакт операторлардың қасиеттері:

1) Егер $A: H \to H_1$ және $B: H \to H_1$ компакт операторлар болса, онда кез-келген α және β сандары үшін $\alpha A + \beta B$ операторы да компакт болады.

2) компакт оператор шенелген;

3) ақырлы өлшемді оператор компакт;

4) $I: H \to H$ тепе-тең операторы компакт сонда, тек сонда ғана, егер $\dim H < \infty$ болса;

5) $A: H \to H_1$ операторы компакт болсын, $B: H_1 \to H_2$ және $C: H_3 \to H$ операторлары шенелген болсын, онда BA және AC операторлары компакт;

6) егер $\dim H_1 = \infty$, $A: H \to H_1$ операторы компакт және A^{-1} кері операторы бар болатын болса, онда A^{-1} шенелген бола алмайды.

Егер $n \to \infty$ болғанда $\|A_n - A\|$ тізбегі нөлге ұмтылса, онда $A_n: H \to H_1$ сызықты операторлар тізбегі $A: H \to H_1$ сызықты операторына жинақталады және $A_n \to A$ деп жазылады.

Теорема (компакт операторлар тізбегінің шегі туралы) [4]. $A_1, A_2, ..., A_n, ...$ – $n \to \infty$ болғанда $A_n \to A$ H кеңістігін H_1 кеңістігіне бейнелейтін компакт операторлар тізбері болсын. Онда A – компакт оператор.

Теорема (компакт операторлардың нүктелік спекторының дискреттілігі туралы) [5]. $A: H \to H_1$ компакт оператор болсын. Онда кез-келген $\varepsilon > 0$ үшін модулі ε-нан үлкен болатын меншікті мәндерге жауап беретін A операторының сызықты тәуелсіз меншікті векторларының тек ақырлы саны ғана табылады .

Онда A операторының модулі ε үлкен болатын меншікті мәндерге жауап беретін меншікті векторы бар болады.

Теорема (компакт өз-өзіне түйіндес оператордың нүктелік спекторының бос еместігі туралы) [5]. $A: H \to H_1$ операторы компакт, өз-өзіне түйіндес және нөлден өзге оператор болсын. Онда нөлдік емес меншікті мәнге жауап беретін A операторының меншікті векторы бар болады және $\|A\| = \sup\limits_{\lambda \in \sigma_p(A)} |\lambda|$.

Гильберт-Шмидт теоремасы [6]. H – нөлдік өлшемді емес сепарабельді гильберт кеңістігі, $A: H \to H_1$ компакт өз-өзіне түйіндес оператор болсын. Онда H кеңістігінде A операторының меншікті векторларынан тұратын ортонормаланған базис бар болады .

Фредгольм теоремасы [6]. $A: H \to H_1$ компакт оператор болсын. Онда $\lambda \ne 0$ үшін тек қана келесі жағдайлар мүмкін:

1) $\lambda \in \rho(A)$;

2) $\lambda \in \sigma_p(A)$. Және де $\overline{\lambda} \in \sigma_p(A^*)$ және $\dim \ker(A - \lambda I) = \dim \ker(A^* - \overline{\lambda} I)$.

$(Ax)(t) = \int\limits_a^b K(t,s)x(s)ds$ ретінде әсер ететін $A: L_2(a,b) \to L_2(a,b)$ интегралдық

оператор Гильберт-Шмидт операторы деп аталады, егер $K(t,s) \in L_2((a,b) \times (a,b))$ болса.

Теорема. Гильберт-Шмидт операторы компакт [7].

Тұжырым 1. $A: H \to H_1$ сызықты операторы үшін, мұндағы H, H_1 – ақырлы өлшемді гильберт кеңістігі, нормасы мен түйіндес операторды табу керек. Осы оператор компакт болатынын немесе болмайтынын анықтау. $H = H_1$ болғандағы осы операторды спектрін (нүктелік, үзіліссіз және қалдықты) табу және оператор өз-өзіне түйіндес және унитарлы болатынын немесе болмайтынын анықтау.

Дәлелденуі. $\{e_1, e_2, ..., e_n\}$ және $\{g_1, g_2, ..., g_m\}$ – сәйкесінше H, H_1 кеңістіктерінің ортонормаларған базистары болсын. Онда, бізге белгілісі, H кеңістігінің кез-келген $x = \sum_{j=1}^{n} x_j e_j$ векторы үшін Ax векторын $Ax = \sum_{i=1}^{m} \left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij} e_j \right) g_i$ түріне жазуға болады, яғни A сызықты операторына $m \times n$ матрицасы (a_{ij}) сәйкес келеді. $x = \sum_{j=1}^{n} x_j e_j \in H, y = \sum_{i=1}^{m} y_i g_i \in H_1$ болғандықтан келесі теңдік орындалады

$$(Ax, y) = \sum_{i=1}^{m} \left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \right) \overline{y_i} = \sum_{j=1}^{n} \left(\overline{\sum_{i=1}^{m} \overline{a_{ij}} y_i} \right) x_j \tag{2}$$

онда, A операторына түйіндес оператор H_1 кеңістігінің y векторына $A^* y = \sum_{i=1}^{n} \left(\sum_{j=1}^{m} \overline{a_{ji}} y_j \right) e_i$ ережесі бойынша әсер етеді, яғни A^* операторына $n \times m$ матрицасы $(\overline{a_{ji}})$ сәйкес келеді.

$H = H_1$ болған жағдайда, A операторы өз-өзіне түйіндес болып табылады, егер $a_{ij} = \overline{a_{ji}}, i, j = 1, ..., n,$, яғни егер матрица $(\overline{a_{ji}})$ эрмитова болса. A операторы унитарлы болып табылады, егер матрица $(\overline{a_{ji}})$ унитарлы болса, яғни $\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \overline{a_{kj}} = \delta_{ik,} i, k = 1, ..., n,$ мұндағы $\delta_{ik,}$ – Кронекер символы.

Тағы да $H = H_1$ болсын. n өлшемді кеңістікте әсер етуші сызықты оператордың спекторы n-нен көп емес, $\det(A - \lambda I)x = 0$ n-ші дәрежелі теңдеудің шешімдері сияқты табылатындай ақырлы еселі меншікті мәндерден тұрады (яғни $\sigma(A) = \sigma_p(A)$). Және де λ меншікті мәніне сәйкес сызықты тәуелсіз меншікті векторлар саны осы меншікті мәннің еселігі деп аталады.

$A: H \to H_1$ операторының нормасын табайық (мұнда H және H_1 кеңістіктері әртүрлі болуы мүмкін).

$$\|Ax\|^2 = (Ax, Ax) = (A^* Ax, x) \tag{3}$$

екенін байқаймыз.

$(A^* A)^* = A^* (A^*)^* = A^* A$ теңдігінен, $B = A^* A: H \to H -$ операторы өз-өзіне түйіндестігі шығады. Сондықтан осы оператордың матрицасы эримитті және кейбір унитарлы түрлендірулер арқылы диагональдық түрге келтіріледі. Бұл, келесі теңдік орындалатындай $n \times n$ өлшемді U унитарлы матрицасы және D диагональдық матрицасы бар болатынын білдіреді

$$B = U^* D U, \; D = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \lambda_n \end{pmatrix} \tag{4}$$

мұндағы $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n -$ B операторы өз-өзіне түйіндес болғанда нақты, ал (1) -теңдік бойынша теріс емес болып табылатын B операторының меншікті мәндері. Онда:

$$\|Ax\|^2 = (Bx,x) = (U^*DUx,x) = (DUx,Ux) = (Dy,y) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i |y_i|^2 \le \max_{1\le i\le n} \lambda_i \sum_{i=1}^{n} \|y_i\|^2 =$$

мұндағ

$$= \max_{1\le i\le n} \lambda_i \|y\|^2 = \max_{1\le i\le n} \lambda_i \|Ux\|^2 = \max_{1\le i\le n} \lambda_i (U^*Ux,x) = \max_{1\le i\le n} \lambda_i \|x\|^2,$$

ы $y = Ux = \sum_{i=1}^{n} y_i e_i$, $\{e_1, e_2, ..., e_n\}$ – H кеңістігінің ортонормаланған базисі. Сәйкесінше,

$$\|A\| = \sup_{x\ne 0} \frac{\|Ax\|}{\|x\|} \le \left\{ \max_{1\le i\le n} \lambda_i \right\}^{\frac{1}{2}} \tag{5}$$

λ_k – B операторының максималды меншікті мәні, z – осы λ_k –ға сәйкес B операторының меншікті векторы болсын. Онда $\|Az\|^2 = (Bz,z) = \lambda_k \|z\|^2$.

Сәйкесінше, $\|A\| = \sup_{x\ne 0} \frac{\|Ax\|}{\|x\|} \ge \frac{\|Az\|}{\|z\|} = (\lambda_k)^{\frac{1}{2}} = \left\{ \max_{1\le i\le n} \lambda_i \right\}^{\frac{1}{2}}$.

Осыдан және (5) теңсіздіктен $\|A\| = \left\{ \max_{1\le i\le n} \lambda_i \right\}^{\frac{1}{2}}$ аламыз, мұндағы $\lambda_i (i = 1,...,n)$ – $B = A^*A$ операторының меншікті мәндері.

A операторы шенелген және H_1 ақырлы өлшемді кеңістігінде әсер еткендіктен компакт болып табылады.

Тұжырым 2. $A: H \to H_1$ сызықты шенелген операторы үшін барлық H кеңістігінде анықталған A^{-1} кері операторы бар болса, онда A^* операторы үшін де барлық H кеңістігінде анықталған $(A^*)^{-1}$ кері операторы бар болады.

Дәлелденуі. $x \in \ker A^*$ векторын алайық. Онда кез-келген $y \in H$ векторы үшін $(x, Ay) = (A^*x, y) = 0$. Бірақ шарт бойынша A операторының бейнесі, яғни A^{-1} операторының анықталу облысы барлық H кеңістігі болып табылады. Демек, барлық $z \in H$ үшін $(x,z) = 0$, оның ішінде $z = x$ үшін де. Осыдан, $x = 0$, яғни $\ker A^* = \{0\}$.Осылайша $(A^*)^{-1}$ кері операторы бар болады.

$(A^*)^{-1}$ кері операторын табайық. Ол үшін барлық $y \in H$ үшін $A^*x = y$ теңдеуін шешейік. Банах теоремасы бойынша A^{-1} операторы шенелген. Осыдан, $(A^*)^{-1}$ операторы барлық H кеңістігінде анықталған және шенелген. Сондақтан, барлық $u \in H$ үшін мына теңдік орындалады

$$(x, Au) = (A^*x, u) = (y, u) = (y, A^{-1}Au) = ((A^{-1})^* y, Au) \tag{6}$$

A^{-1} операторы барлық H кеңістігінде анықталған болғандықтан, барлық $v \in H$ векторлары үшін $(x,v) = ((A^{-1})^* y, v)$ теңдігі орындалады.

Осыдан, барлық $y \in H$ үшін $A^*x = y$ теңдеуінің $x = (A^{-1})^* y$ түріндегі шешімі табылды. Осылайша, $(A^*)^{-1}$ операторы барлық H кеңістігінде анықталған және $(A^*)^{-1} = (A^{-1})^*$.

Тұжырым 3. H гильберт кеңістігінде әсер ететін сызықты шенелген оператордың спекторының келесі қасиеттерге ие:

$$\lambda \in \rho(A) \Leftrightarrow \overline{\lambda} \in \rho(A^*),$$
$$\lambda \in \sigma_p(A) \Leftrightarrow \overline{\lambda} \in \sigma_p(A^*) \cup \sigma_r(A^*),$$
$$\lambda \in \sigma_r(A) \Leftrightarrow \overline{\lambda} \in \sigma_p(A^*),$$
$$\lambda \in \sigma_c(A) \Leftrightarrow \overline{\lambda} \in \sigma_c(A^*).$$

Дәлелдеуі. Алғашқы қасиеті алдыңғы тапсырмадан шығады. Расында да, егер $\lambda \in \rho(A)$ болса, онда барлық H кеңістігінде анықталған $(A-\lambda I)^{-1}$ кері операторы бар болады. Онда, ол да барлық H кеңістігінде анықталған $(A-\lambda I)^{-1} = \left(A^* - \overline{\lambda} I\right)^{-1}$ кері операторы бар болады. Демек, $\overline{\lambda} \in \rho\left(A^*\right)$. Кері тұжырым ақиқат, себебі $\left(A^* - \overline{\lambda} I\right)^* = A - \lambda I$.

$\lambda \in \sigma_p(A)$ болсын. Онда $x \neq 0, x \in \ker(A-\lambda)$ векторы табылады. Онда $\forall y \in H$ үшін $\left(x, \left(A^* - \overline{\lambda} I\right) y\right) = ((A-\lambda I)x, y) = 0$. Осыдан, $x \in \left(im\left(A^* - \overline{\lambda} I\right)\right)^{\perp}$.Осылайша, $\left(im\left(A^* - \overline{\lambda} I\right)\right)^{\perp} \neq \{0\}$. Жиынның тұйықталуының ортогональ толықтауышы жиынның өзінің ортогональ толықтауымен сәйкес болғандықтан және H кеңістігінің кез-келген тұйық S ішкі кеңістігі $H = S \oplus S^{\perp}$ түрде болса, онда $im\left(A^* - \overline{\lambda} I\right)$ тұйықталуы барлық H кеңістігіне сәйкес келмейді. Демек, $im\left(A^* - \overline{\lambda} I\right)$ жиыны H кеңістігінде тығыз емес. Осыдан, $\lambda \notin \rho\left(A^*\right) \cup \sigma_c\left(A^*\right)$, яғни $\overline{\lambda} \in \sigma_p\left(A^*\right) \cup \sigma_r\left(A^*\right)$.

Енді $\lambda \in \cup \sigma_r(A)$, яғни $\ker(A-\lambda I) = \{0\}$ және $im(A-\lambda I)$ H кеңістігінде тығыз емес болсын. Онда $(im(A-\lambda I))^{\perp} \neq \{0\}$. Демек, $\forall y \in H$ үшін $(x, (A-\lambda I)y) = 0$ болатындай $x \neq 0$ векторы бар болады. Ары қарай, $\forall y \in H$ үшін $\left(\left(A^* - \overline{\lambda} I\right)x, y\right) = 0$. Осыдан, $\left(A^* - \overline{\lambda} I\right)x = 0$, яғни $\overline{\lambda} \in \sigma_p\left(A^*\right)$ деп қорытындылаймыз.

Соңғы қасиеті алдыңғы үш қасиеттерден және $\left(A^*\right)^* = A, \overline{\overline{\lambda}} = \lambda$ теңдігінен шығады.

Тұжырым 4. Өз-өзіне түйіндес оператордың қалдық спекторы бос болады.

Дәлелденуі. $\lambda \in \sigma_r(A)$ болсын. Спектрлар қасиетін қолдана отырып, $\overline{\lambda} \in \sigma_p\left(A^*\right) = \sigma_p(A)$. Онда, өз-өзіне түйіндес оператордың нүктелік спекторы туралы теорема бойынша $\lambda \in \mathrm{R}$, демек $\lambda \in \sigma_r(A) \cap \sigma_p(A) = Ø$.

ҚОРЫТЫНДЫ

Мақалада гильберт кеңістігіндегі сызықтық шенелген операторлар, олардың нормасы, спектрі, мәндер жиыны, тұйықталғандығы, кері оператор, түйіндес оператор, компакт оперторлардың қасиеттері қарастырылған. Келтірілген тұжырымдарда сызықты шенелген оператор компакт болатынын немесе болмайтынын анықтау, спектрін (нүктелік, үзіліссіз және қалдықты) табу, оператор өз-өзіне түйіндес және унитарлы болатынын немесе болмайтынын анықтау мәселелері қарастырылып дәлелденген.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Абашеева Н.Л. Ограниченные операторы в гильбертовых пространствах в примерах и задачах: Учебное пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, -2007. – 40 с.

[2] Копачевский Н.Д. Функциональный анализ: Учебное пособие. –Симферополь: НИЦ КИПУ, -2008. – 140 с.

[3] Дерр В.Я. Теория линейных операторов в гильбертовых пространствах: Учебное пособие. –Ижевск: «Удмурский университет», -2010. – 106 с.

[4] Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа: –М: Наука, -1976. – 543 с.

[5] Халмош П. Гильбертово пространство в задачах: –М.: Мир, -1970. –352 с.

[6] Кутузов А.С. Линейные ограниченные операторы: Учебное пособие. –Троицк: "Челябинский государственный университет", -2012. –104 с.

[7] Ысмағұл Р.С., Карім А.О., Хамитбеков Ж.Р. Гильберт кеңістігіндегі бірінші ретті дифференциалды теңдеудің шешімі // Вестник КазНИТУ имени Сатпаева. Серия физико-математическая, –2019. –№6. –С.788-792

Ысмағұл Р.С., Хамитбеков Ж.Р. Кәрім А.О.

Ограниченные операторы в гильбертовых пространствах

Резюме: Гильбертово пространство рассматривается как обобщение евклидова пространства, допускающее бесконечную размерность. Важный класс линейных операторов в гильбертовом пространстве образуют всюду определенные непрерывные операторы, называют также ограниченными операторами в гильбертовом пространстве. Линейные операторы в гильбертовом пространстве - это непрерывные операторы, определенные во всех пространствах, включая ограниченные операторы. Свойства операторов в гильбертовом пространстве рассматриваются и доказываются на основе понятий. Приведены основные условия существования и ранга обратного оператора линейных операторов. Приведены нормы, спектры операторов, свойства и примеры компактного оператора.

Ключевые слова: Линейные ограниченные операторы, гильбертово пространство, сопряженные операторы, теорема Неймана, компактные операторы

УДК 519.6

D.R. Baigereyev, O.D. Apyshev, F.S. Amenova, Ye.K. Yergaliyev, T.K. Muratova
(S. Amanzholov East Kazakhstan State University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan,
E-mail: dbaigereyev@gmail.com)

STUDY OF STABILITY OF THE FINITE DIFFERENCE SCHEME FOR A MODEL TWO PHASE FLOW PROBLEM

Abstract. In this paper, the model problem of two-phase compressible flow in porous media is studied. The original model is reduced to a system of equations for pressure and water saturation. This problem is solved in a rectangular domain using the finite difference method. The stability of the difference scheme is investigated by the method of a priori estimates. Based on the constructed difference scheme, a cost-effective algorithm for the numerical solution of the problem has been developed.

Key words: two-phase flow, finite difference method, stability, a priori estimate, computational algorithm.

Д.Р. Байгереев, О.Д. Апышев, Ф.С. Аменова, Е.К. Ергалиев, Т.К. Муратова
(С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті, Өскемен, Қазақстан
E-mail: dbaigereyev@gmail.com)

ЕКІ ФАЗАЛЫ МОДЕЛЬДІК ФИЛЬТРАЦИЯ ЕСЕБІ ҮШІН ҚҰРЫЛҒАН АҚЫРЛЫ АЙЫРЫМДЫҚ СҰЛБАНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Бұл жұмыста сығылатын сұйықтықтардың екі фазалы модельдік фильтрация есебі зерттеледі. Бастапқы модель қысым және су қанықтығына қатысты теңдеулер жүйесіне келтірілді. Бұл есеп ақырлы айырымдық әдістің көмегімен тік төртбұрышты облыста шешіледі. Априорлы бағалаулар әдісінің көмегімен айырымдық сұлбаның орнықтылығы зерттелді. Құрылған айырымдық сұлбаның негізінде қойылған есепті жуықтап шешудің тиімді алгоритмі құрылды.

Кілттік сөздер: екі фазалы фильтрация, ақырлы айырымдық әдіс, орнықтылық, априорлы бағалау, есептеу алгоритмі.

Кіріспе. Кеуекті орталардағы көп фазалы ағындарды сипаттайтын математикалық модельдердің мұнай және газ саласында кең пайдалануына байланысты ғылым мен техникадағы маңыздылығы жоғары [1]. Мысалы, фильтрация теңдеулері мұнайды сумен, су буымен, беткі белсенді заттармен, жылу агенттерімен ығыстыру кезінде мұнай қатпарындағы физикалық үрдістерді сипаттайды. Мұнай кен орындарын игеру кезінде пайдаланылатын бағдарламалық кешендерді жасау қажеттілігімен байланысты көп фазалы фильтрация есептерін сандық шешу әдістерін құрып, оларды қатаң теориялық тұрғыдан негіздеу мәселесі өзекті болып табылады.

Ақырлы айырымдық әдістердің көмегімен көп фазалы фильтрация есептерін шешу мәселесіне соңғы он жылдықта көптеген зерттеулер арналған. [2] жұмысында айырымдық әдістердің негізінде гетерогенді кеуекті ортада екі фазалы изотермалық емес фильтрация моделі жүзеге асырылды. Авторлардың [3] жұмысында гравитацияны, капиллярлық күштерді және броундық диффузияны ескеретін екі фазалы ағынмен бірге нанобөлшектердің тасымалдануын сипаттайтын модель жүзеге асырылды.

[4] жұмысында әртүрлі капиллярлық қысымдармен кеуекті ортадағы екі фазалы араласпайтын сұйықтықтардың ағыны моделін жүзеге асырудың тиімді сандық әдісі ұсынылды. Бұл тәсілдеменің классикалық IMPES тәсілдемесінен артықшылықтары бес мысалда көрсетілді.

[5] жұмысында үш фазалы изотермалық емес фильтрация есебін шешудің ақырлы айырымдық әдісі ұсынылды. Нәтижесінде алынған теңдеулер жүйесі Гаусстың айнымалыларды жою әдісімен шешілді.

[6] жұмысында орта-жарықшақ шекарасындағы қанықтықтың үзілісін ескеріп, ақырлы айырымдық әдістің негізінде жарықшалы орталарда көп фазалы ағыны есебі шешілді. Мұнай қатпарының облыстарын бөлшектеу үшін құрылымдалған торлар пайдаланылды, жарықшалы торлар матрицалық торларға кіріктірілген, ал тіректі тораптар жарықша мен ортаның екі жағындағы алмасуларды анықтау мақсатында таңдалған. Есептеу моделінің негізінде тура және көлбеу жарықшалары бар кеуекті орталар үшін есептеулер жүргізіліп, модельдеу үрдісі тиімділігінің арттырылғанына көз жеткізілді. Жарықшалы орталардағы көп фазалы фильтрация моделін сандық

жүзеге асыруға [7] жұмысы арналған.

[8] жұмысында екі фазалы сығылмайтын фильтрация моделін жүзеге асыру мақсатында модификацияланған ауыспалы үшбұрыштық әдіс пайдаланылды.

Көп фазалы ағындардың қасиеттерін зерттеуге көптеген жұмыстар арналған. Мысалы, [9] жұмысында көп фазалы ағындарда фазалардың бөліну шекарасын бақылау моделін сандық жүзеге асыру мақсатында локальды емес ақырлы айырымдық сұлба құрылды.

Көп фазалы фильтрация есептерін сандық жүзеге асыруға отандық ғалымдардың көптеген жұмыстары арналған [10–13]. [14] жұмысында үш фазалы изотермалық емес фильтрация есебінің жаңа қойылымы ұсынылды. Ақырлы айырымдық әдістің негізінде есепті сандық шешу алгоритмі құрылып, сұлбаның орнықтылығы зерттелді. [15] жұмысында құрылған айырымдық сұлбаның негізінде үш тиімді сұлба тұрғызылып, олардың тиімділігі есептеу тәжірибелерінің негізінде бір уақыт қадамын есептеуге жұмсалатын орташа уақытты салыстыру арқылы бағаланды.

Бұл жұмыс [15] мақаласында ұсынылған тәсілдемеге сүйеніп, екі араласпайтын сұйықтықтың кеуекті ортада бірлескен ағыны туралы есеп үшін құрылған ақырлы айырымдық сұлбаны теориялық тұрғыдан зерттеуге арналған.

Жұмыстың мақсаты – тік төртбұрышты облыста гравитациялық және капиллярлық күштерді ескермейтін модельдік екі фазалы изотермалық фильтрация есебін жуықтап шешудің ақырлы айырымдық әдісін құрып, оның орнықтылығын априорлы бағалаулар әдісімен дәлелдеу.

Есептің қойылымы. $Q = \overline{\Omega} \times [0, t_1]$ облысында, мұндағы $\overline{\Omega} = [0, l_1] \times [0, l_2]$ – шекарасы Γ болатын тік төртбұрыш, келесі екі фазалы фильтрация есебі қарастырылады:

$$\phi \frac{\partial(\rho_\alpha s_\alpha)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho_\alpha \vec{v}_\alpha) = q_\alpha,\ \alpha = \{w, o\},$$

$$\vec{v}_\alpha = -K \frac{k_\alpha}{\mu_\alpha} \nabla p,\ \alpha = \{w, o\},$$

$$\rho_\alpha = \rho_\alpha(p),\ \alpha = \{w, o\},$$

$$s_w + s_o = 1,$$

$$p(x,0) = p_0,\ s(x,0) = s_0,\ x \in \overline{\Omega};\ \nabla p \cdot \vec{n}\big|_\Gamma = 0,\ t > 0,$$

мұндағы $\alpha = w$ және $\alpha = o$ индекстері, сәйкесінше, су және мұнай фазаларын білдіреді; K және ϕ - ортаның өткізгіштігі және кеуектілігі; p - қысым; ρ_α, $\vec{v}_\alpha$, s_α, k_α, μ_α - сәйкесінше α фазасының тығыздығы, фильтрация жылдамдығы, қанықтығы, салыстырмалы өткізгіштігі және тұтқырлығы. [14] және [15] жұмыстарында алынған нәтижелерге сүйеніп, бұл есепті келесі түрде жазуға болады:

$$\frac{\partial p}{\partial t} - \sum_{m=1}^{2} \frac{\partial}{\partial x_m} \left(k(x,t,p) \frac{\partial p}{\partial x_m} \right) = f_p(x,t), \tag{1}$$

$$\frac{\partial s}{\partial t} - \nu \sum_{m=1}^{2} \frac{\partial^2 p}{\partial x_m^2} = f_w(x,t), \tag{2}$$

$$p(x,0) = p_0, \quad s(x,0) = s_0, \quad x \in \overline{\Omega}, \tag{3}$$

$$-k \frac{\partial p}{\partial x_m} = 0,\ x_m = 0; \quad k \frac{\partial p}{\partial x_m} = 0,\ x_m = l_m,\ t > 0. \tag{4}$$

Есептеуді оңайлату мақсатында (1) теңдеудегі k функциясы кеңістік және уақыт айнымалыларынан әрі қысымнан тәуелді деп ұйғарылды. Белгісіз функциялардан тәуелді қалған шамалар тұрақты болып қабылданды. (1)-(4) есебінің шешімі бар және жалғыз деп ұйғарайық.

Q облысында кеңістік және уақыт айнымалылары бойынша қадамдары сәйкесінше h_1, h_2 және τ -ға тең $\overline{\Omega}_{h\tau} = \overline{\Omega}_h \times \overline{\Omega}_\tau$ бірқалыпты айырымдық торы енгізілді, мұндағы

$$\overline{\Omega}_h = \overline{\Omega}_{h,1} \times \overline{\Omega}_{h,2}, \quad \overline{\Omega}_{h,m} = \{ x_m = i_m h_m :\ i_m = 0,1,..., N_m,\ N_m h_m = l_m \},$$

$$\overline{\Omega}_\tau = \{ t^n = n\tau :\ n = 0,1,..., N_t,\ N_t \tau = t_1 \}.$$

Келесі белгілеулерді енгізейік:

$$\Omega_{h,m} = \{ x_m = i_m h_m : \ i_m = 1,2,..., N_m - 1\},$$

$$\Omega_{h,m}^{+} = \{ x_m = i_m h_m : \ i_m = 1,2,..., N_m \}, \quad \Omega_{h,m}^{-} = \{ x_m = i_m h_m : \ i_m = 0,1,..., N_m - 1\},$$

$$\overline{\Gamma}_h = \overline{\Omega}_h \setminus \Omega_h, \quad \Gamma_h = \bigcup_{m=1}^{2} \Gamma_{h,m}^{\pm}, \quad \Gamma_{h,0} = \overline{\Gamma}_h \setminus \Gamma_h,$$

$$\Gamma_{h,m}^{+} = \{(x_1, x_2): x_m = N_m, 0 < x_{3-m} < N_{3-m}\}, \quad \Gamma_{h,m}^{-} = \{(x_1, x_2): x_m = 0, 0 < x_{3-m} < N_{3-m}\},$$

$$u = u(x,t), \quad \hat{u} = u(x, t+\tau), \quad (x,t) \in \overline{\Omega}_{h\tau}.$$

$\overline{\Omega}_{h\tau}$ облысында (1)-(4) есебіне келесі айырымдық сұлба сәйкестендірілді:

$$Bp_t^h + \Lambda_1 p^h = f_p^h, \tag{5}$$

$$Bs_t^h + \Lambda_2 p^h = f_w^h, \tag{6}$$

$$p^h(0) = p_0, \quad s^h(0) = s_0, \tag{7}$$

мұндағы [15, 16]

$$B = E + \tau\omega A, \quad A = A_1 + A_2, \quad \omega > 0,$$

$$A_m u = \{ -2h_m^{-1} u_{x_m} + u, \ x_m = 0; \quad -u_{\bar{x}_m x_m} + u, \ x_m \in \Omega_{h,m}; \quad 2h_m^{-1} u_{\bar{x}_m} + u, \ x_m = l_m \},$$

$$\Lambda_1 u = \sum_{m=1}^{2} \left[\chi_m^{+}(x) \Lambda_{1,m}^{+} u + \chi_m^{-}(x) \Lambda_{1,m}^{-} u \right],$$

$$\Lambda_{1,m}^{+} u = \{ -2h_m^{-1} k^h u_{x_m}, \ x_m = 0; \ -\left(k^h u_{x_m}\right)_{\bar{x}_m}, \ x_m \in \Omega_{h,m}; \ 2h_m^{-1} \left(k^h u_{x_m}\right)^{-1_m}, \ x_m = l_m \},$$

$$\Lambda_{1,m}^{-} u = \{ -2h_m^{-1} \left(k^h u_{\bar{x}_m}\right)^{+1_m}, \ x_m = 0; \ -\left(k^h u_{\bar{x}_m}\right)_{x_m}, \ x_m \in \Omega_{h,m}; \ 2h_m^{-1} k^h u_{\bar{x}_m}, \ x_m = l_m \},$$

$$\chi_m^{+}(x) = \{1, \ x_{3-m} = 0; \quad 0.5, \ x_{3-m} \in \Omega_{h,3-m}; \ 0, \ x_{3-m} = l_m \},$$

$$\chi_m^{-}(x) = \{0, \ x_{3-m} = 0; \quad 0.5, \ x_{3-m} \in \Omega_{h,3-m}; \ 1, \ x_{3-m} = l_m \},$$

$$\Lambda_2 = \sum_{m=1}^{2} \Lambda_{2,m}, \ \Lambda_{2,m} u = \{ -2\nu h_m^{-1} u_{\bar{x}_m}^{+1_m}, \ x_m = 0; \ -\nu u_{\bar{x}_m x_m}, \ x_m \in \Omega_{h,m}; \ 2\nu h_m^{-1} u_{\bar{x}_m}, \ x_m = l_m \},$$

$$f_p^h = f_p + O\left(|h|^2 + \tau\right), \quad f_w^h = f_w + O\left(|h|^2 + \tau\right), \quad |h|^2 = h_1^2 + h_2^2.$$

$k_p(x,t,p)$ функциясы үшін келесі шарт орындалсын:

$$0 < c_0 \le k_p(x,t,p) \le c_1. \tag{8}$$

Нәтижелер және талдау. (5)-(7) айырымдық сұлбасының орнықтылығын зерттеу мақсатында келесі есепті қарастырайық:

$$B\pi_t + \Lambda_1 p^h - \Lambda_1 \tilde{p}^h = \psi_p, \tag{9}$$

$$B\sigma_t + \Lambda_2 \pi = \psi_w, \tag{10}$$

$$\pi(0) = \pi_0, \ \sigma(0) = \sigma_0, \tag{11}$$

мұндағы $\pi = p^h - \tilde{p}^h$, $\psi_p = f_p^h - \tilde{f}_p^h$, $\sigma = s^h - \tilde{s}^h$, $\psi_w = f_w^h - \tilde{f}_w^h$, ал $\tilde{p}^h, \tilde{s}^h$ және $\tilde{f}_p^h$, $\tilde{f}_w^h$ - сәйкесінше, ұйытқытылған есептің шешімі және сәйкес теңдеулердің оң жақтары.

Жұмыста келесі скаляр көбейтінділер мен нормалар пайдаланылады:

$$(u, \tilde{u}) = (u, \tilde{u})_{\overline{\Omega}_h} = \sum_{x \in \overline{\Omega}_h} b_h(x) u(x) \tilde{u}(x) h_1 h_2, \ (u, \tilde{u})_{\Omega_h} = \sum_{x \in \Omega_h} u(x) \tilde{u}(x) h_1 h_2,$$

$$(u, \tilde{u})_{\Omega_{h,m}^{\pm}} = \sum_{x \in \Omega_{h,m}^{\pm}} u(x) \tilde{u}(x) h_1 h_2, \ \|u\|_0^2 = (u,u)_{\overline{\Omega}_h},$$

$$\|u\|_1^2 = \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{2} \left[\left(\left(u_{\bar{x}_m}\right)^2, 1 \right)_{\Omega_{h,m}^{+}} + \left(\left(u_{x_m}\right)^2, 1 \right)_{\Omega_{h,m}^{-}} \right],$$

$$b_h(x)=\left\{1, x\in\Omega_h; \frac{1}{2}, x\in\Gamma_h; \frac{1}{4}, x\in\Gamma_{h,0}\right\}.$$

Келесі лемманы дәлелдеусіз келтірейік.

Лемма 1 [16]. (8) шарты орындалғанда

$$\left(\Lambda_1 u-\Lambda_1\tilde{u}, u-\tilde{u}\right)\geq c_0\left\|u-\tilde{u}\right\|_1^2,$$

$$\tau\left|\left(\Lambda_1 u-\Lambda_1\tilde{u}, z\right)\right|\leq c_1\left(\varepsilon\left\|u-\tilde{u}\right\|_1+\frac{\tau^2}{\varepsilon}\left\|z\right\|_A^2+\frac{c_6\tau}{\varepsilon\omega}\left\|z\right\|_B^2\right), \varepsilon>0$$

теңсіздіктері орынды.

Лемма 2. (8) және $\omega>\omega_1$, мұндағы $\omega_1=\frac{8c_1^2}{c_0}+\frac{c_2}{\varepsilon\delta}+\frac{2c_1}{c_0\delta}$, $\varepsilon>0$ шарттары орындалғанда

$$\left\|\hat{\pi}\right\|_B^2+\tau^3\left(\omega-\omega_1\right)\left\|\pi_t\right\|_A^2+c_0\tau\left\|\pi\right\|_1^2\leq d_1(\tau)\left\|\pi\right\|_B^2+\frac{2c_2\varepsilon\tau^3}{\delta}\left\|\theta_t\right\|_A^2+\frac{c_0\tau}{c_1}\left\|\psi_p\right\|_{A^{-1}}^2$$

теңсіздігі орындалады, $c_2>0$.

Дәлелдеме. (9) теңдеуін $2\tau\hat{\pi}$ функциясына скаляр көбейтейік:

$$\left(B\pi_t, 2\tau\hat{\pi}\right)+2\tau\left(\Lambda_1 p^h-\Lambda_1\tilde{p}^h, \hat{\pi}\right)=2\tau\left(\psi_p, \hat{\pi}\right). \tag{12}$$

$\hat{\pi}=0.5\left(\hat{\pi}+\pi\right)+0.5\tau\pi_t$ және $\hat{\pi}=\pi+\tau\pi_t$ тепе-теңдіктерін пайдаланып, соңғы теңдеудің сол жағындағы скаляр көбейтінділерді түрлендірейік:

$$2\tau\left(B\pi_t, \hat{\pi}\right)=\left(B\left(\hat{\pi}-\pi\right), \hat{\pi}+\pi\right)+\tau^2\left\|\pi_t\right\|_B^2=\left\|\hat{\pi}\right\|_B^2-\left\|\pi\right\|_B^2+\tau^2\left\|\pi_t\right\|_B^2, \tag{13}$$

$$\left(\Lambda_1 p^h-\Lambda_1\tilde{p}^h, \hat{\pi}\right)=\left(\Lambda_1 p^h-\Lambda_1\tilde{p}^h, \pi\right)+\tau\left(\Lambda_1 p^h-\Lambda_1\tilde{p}^h, \pi_t\right). \tag{14}$$

1-леммаға сәйкес

$$\left(\Lambda_1 p^h-\Lambda_1\tilde{p}^h, \pi\right)\geq c_0\left\|\pi\right\|_1^2, \tag{15}$$

$$2\tau\left|\left(\Lambda_1 p^h-\Lambda_1\tilde{p}^h, \pi_t\right)\right|\leq\frac{2c_1}{\varepsilon_1}\left\|\pi\right\|_1^2+2c_1\tau^2\varepsilon_1\left\|\pi_t\right\|_A^2+\frac{2c_1\tau\varepsilon_1}{\omega\delta}\left\|\pi_t\right\|_B^2. \tag{16}$$

(15) және (16) теңсіздіктерін пайдаланып, (14) теңсіздігінен

$$2\tau\left(\Lambda_1 p^h-\Lambda_1\tilde{p}^h, \hat{\pi}\right)\geq 2\tau\left(c_0-\frac{c_1}{\varepsilon_1}\right)\left\|\pi\right\|_1^2-2c_1\varepsilon_1\tau^3\left\|\pi_t\right\|_A^2-\frac{2c_1\varepsilon_1\tau^2}{\omega\delta}\left\|\pi_t\right\|_B^2$$

аламыз. (12) теңдеуінің оң жағын келесі түрде бағалаймыз:

$$2\tau\left(\psi_p, \hat{\pi}\right)=2\tau\left(\psi_p, \pi\right)+2\tau^2\left(\psi_p, \pi_t\right)\leq\varepsilon_1\tau\left\|\pi\right\|_B^2+\frac{\varepsilon_1\tau^3}{\delta}\left\|\pi_t\right\|_A^2+\frac{2\tau}{\varepsilon_1}\left\|\psi_p\right\|_{A^{-1}}^2.$$

Алынған теңсіздіктерді ескеріп, (12) теңсіздігінен:

$$\left\|\hat{\pi}\right\|_B^2+\tau^2\left(1-\frac{2c_1\varepsilon_1}{\omega\delta}-\frac{c_2}{\varepsilon_2\omega\delta}\right)\left\|\pi_t\right\|_B^2-\tau^3\left(2c_1\varepsilon_1+\frac{\varepsilon_1}{\delta}\right)\left\|\pi_t\right\|_A^2+2\tau\left(c_0-\frac{c_1}{\varepsilon_1}\right)\left\|\pi\right\|_1^2\leq$$

$$\leq\left(1+\varepsilon_1\tau+\frac{c_2\tau}{\varepsilon_2}\right)\left\|\pi\right\|_B^2+\frac{2\tau}{\varepsilon_1}\left\|\psi_p\right\|_{A^{-1}}^2$$

теңсіздігін аламыз. $\varepsilon_1=\frac{2c_1}{c_0}$ және ω-ны $\omega>\omega_1$ шартынан таңдап, лемманың қорытындысына келеміз.

Лемма 3. $\omega>\omega_2$, мұндағы $\omega_2=\frac{\nu}{\varepsilon}\left(2\delta^{-1}-1\right)$ шарты орындалғанда

$$\left\|\hat{\sigma}\right\|_B^2+\tau^3\left(\omega-\omega_2\right)\left\|\sigma_t\right\|_A^2\leq d_9\left\|\sigma\right\|_B^2+2\tau\nu\varepsilon\left\|\pi\right\|_1^2+\frac{2\tau}{\varepsilon}\left\|\psi_w\right\|_{A^{-1}}^2,\quad\varepsilon>0$$

теңсіздігі орындалады, мұндағы $d_9 = 1 + \dfrac{2\nu}{\varepsilon\omega\delta}$.

Дәлелдеме. Жоғарыдағы әдістемені пайдаланып, келесі теңсіздікті алуға болады:

$$\|\hat{\sigma}\|_B^2 + \tau^2\left(1 - \frac{\nu}{\varepsilon_1\omega\delta}\right)\|\sigma_t\|_B^2 - \tau^3\left(\frac{\nu}{\varepsilon_1} + \frac{\varepsilon_2}{\delta}\right)\|\sigma_t\|_A^2 \le$$

$$\le \left(1 + \frac{\nu}{\varepsilon_1\omega\delta} + \frac{\varepsilon_2}{\omega\delta}\right)\|\sigma\|_B^2 + 2\tau\nu\varepsilon_1\|\pi\|_1^2 + \frac{2\tau}{\varepsilon_2}\|\psi_w\|_{A^{-1}}^2.$$

$\varepsilon_2 = \dfrac{\nu}{\varepsilon_1}$ және ω-ны $\omega > \omega_2$ шартынан таңдап, лемманың қорытындысына келеміз.

Соңғы екі лемманың қорытындыларын біріктіру нәтижесінде келесі теорема дәлелденеді:

Теорема 1. (8) және $\omega > \omega_0 = \max\{\omega_1, \omega_2\}$ шарттары орындалғанда (5)-(7) айырымдық сұлбасы бастапқы шарттарға және теңдеулердің оң жақтарына қатысты орнықты болады және

$$\|\hat{\pi}\|_B^2 + \|\hat{\sigma}\|_B^2 + d_9\tau\|\pi\|_1^2 \le d_1(\tau)\|\pi\|_B^2 + d_9\|\sigma\|_B^2 + d_{10}\tau\left(\|\psi_p\|_{A^{-1}}^2 + \|\psi_w\|_{A^{-1}}^2\right)$$

теңсіздігі орындалады.

[15] жұмысында алынған нәтижелерге сүйеніп, (5)-(7) айырымдық сұлбасы үшін келесі есептеу алгоритмін құрастыруға болады:

$$\left(E + \tau\omega A_1\right)p^{h,n+\frac{1}{3}} + \Lambda_1 p^{h,n} = f_p^h, \tag{17}$$

$$\left(E + \tau\omega A_2\right)p^{h,n+\frac{2}{3}} = p^{h,n+\frac{1}{3}}, \tag{18}$$

$$p^{h,n+1} = p^{h,n} + \tau p^{h,n+\frac{2}{3}}, \tag{19}$$

$$\left(E + \tau\omega A_1\right)s^{h,n+\frac{1}{3}} + \Lambda_2 p^{h,n+1} = f_w^h, \tag{20}$$

$$\left(E + \tau\omega A_2\right)s^{h,n+\frac{2}{3}} = s^{h,n+\frac{1}{3}}, \tag{21}$$

$$s^{h,n+1} = s^{h,n} + \tau s^{h,n+\frac{2}{3}}. \tag{22}$$

$p^{h,n+\frac{1}{3}}$, $p^{h,n+\frac{2}{3}}$, $s^{h,n+\frac{1}{3}}$ және $s^{h,n+\frac{2}{3}}$ көмекші функциялары (17), (18), (20) және (21) теңдеулерінен қума әдісімен, ал $p^{h,n+1}$ және $s^{h,n+1}$ мәндері (19) және (22)-ден айқын формулалар бойынша анықталады. Сондықтан, (17)-(22) алгоритмі есептеу тұрғысынан қарағанда тиімді болып табылады.

Қорытынды. Жұмыста ұсынылған айырымдық сұлбаларды құрастыру әрі олардың орнықтылығын зерттеу әдістемесі көп фазалы фильтрация теориясының басқа да есептеріне қолданыла алады.

ӘДЕБИЕТ

[1] Zhumagulov B., Monakhov V. Fluid Dynamics of Oil Production. – Elsevier, 2014. – 264 p.

[2] El-Amin M. F. Iterative Numerical Scheme for Non-Isothermal Two-Phase Flow in Heterogeneous Porous Media // Algorithms. - 2019. - Vol. 12, No. 6. – P. 1-15.

[3] El-Amin M. F., Kou J., Sun S., Salama A. An Iterative Implicit Scheme for Nanoparticles Transport with Two-Phase Flow in Porous Media // Procedia Computer Science. - 2016. - Vol. 80. - P. 1344–1353.

[4] Kou J., Sun S. A New Treatment of Capillarity to Improve the Stability of Impes Two-Phase Flow Formulation // Computers and Fluids. - 2010. - Vol. 39, No. 10. - P. 1923–1931.

[5] Mozaffari S., Nikookar M., Ehsani M. R. Numerical Modeling of Steam Injection in Heavy Oil Reservoirs // Fuel. - 2013. – No. 112. - P. 185–192.

[6] Zhou F., Anfeng S., Wang X. An Efficient Finite Difference Model for Multiphase Flow in Fractured Reservoirs // Petroleum Exploration and Development. - 2014. - Vol. 41, No. 2. - P. 262–266.

[7] Zhang N., Abushaikha A.S. An Efficient Mimetic Finite Difference Method for Multiphase Flow in Fractured Reservoirs // SPE Europec Featured at 81st EAGE Conference and Exhibition, 3-6 June, London, England. - 2019. - P. 1–17.

[8] Сухинов А., Тимофеева Е., Григорян Л. Параллельное численное решение задачи фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости на основе усовершенствованного попеременно-треугольного метода // Фундаментальные исследования. - 2015. - № 12. - С. 526–530.

[9] Fakhari A., Geier M., Bolster D. A Simple Phase-Field Model for Interface Tracking in Three Dimensions // Computers and Mathematics with Applications. - 2019. - Vol. 78, No. 4. - P. 1154–1165.

[10] Бекибаев Т., Асилбеков Б., Жапбасбаев У. Применение CUDA для распараллеливания трехмерной задачи фильтрации нефти // Вестник КазНУ. Серия математика, механика, информатика. - 2012. - № 1 (72). - С. 65–78.

[11] Ахмед-Заки Д.Ж., Данаев Н.Т., Мухамбетжанов С.Т. Математическое моделирование неизотермической фильтрации // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2010. - № 3. - С. 140–147.

[12] Akhmed-Zaki D., Mansurova M., Imankulov T. Development of a Distributed Parallel Algorithm of 3D Hydrodynamic Calculation of Oil Production on the Basis of MapReduce Hadoop and MPI Technologies // Parallel Computing Technologies. - 2015. - С. 498–504.

[13] Akhmed-Zaki D., Daribayev B., Imankulov T. High-Performance Computing of Oil Recovery Problem on a Mobile Platform Using CUDA Technology // Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. - 2017. - Vol. 5, No. 2. - P. 4–13.

[14] Temirbekov N., Baigereyev D. Modeling of Three-Phase Non-Isothermal Flow in Porous Media Using the Approach of Reduced Pressure // Mathematical Modeling of Technological Processes. - 2015. - Vol. 549. - P. 166–176.

[15] Zhumagulov B., Temirbekov N., Baigereyev D. Efficient Difference Schemes for the Three-Phase Non-Isothermal Flow Problem // AIP Conference Proceedings. - 2017. - Vol. 1880, No. 060001. - P. 1–10.

[16] Карчевский М., Лапин А., Ляшко А. Экономичные разностные схемы для квазилинейных параболических уравнений // Известия высших учебных заведений. - 1972. - № 118 (3). - P. 23–31.

Байгереев Д. Р., Апышев О. Д., Аменова Ф. С., Ергалиев Е. К., Муратова Т. К.

Исследование устойчивости конечно-разностной схемы для модельной задачи двухфазной фильтрации

Аннотация. В данной работе исследуется модельная задача двухфазной фильтрации сжимаемых жидкостей. Исходная модель сведена к системе уравнений относительно давления и насыщенности воды. Данная задача решается в прямоугольной области с использованием метода конечных разностей. Исследован вопрос об устойчивости разностной схемы методом априорных оценок. На основе построенной разностной схемы разработан эффективный алгоритм численного решения поставленной задачи.

Ключевые слова: двухфазная фильтрация, метод конечных разностей, устойчивость, априорная оценка, вычислительный алгоритм.

УДК 519.6

[1] M.D. Ramazanov, [2]Zh.S. Tutkusheva
([1]Ufa Mathematical Institute, Ufa, Russian Federation,
[2]K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan,
E-mail: zhailan_k@mail.ru)

CALCULATING THE GLOBAL MINIMUM COORDINATES OF AN ARBITRARY SMOOTH FUNCTION OF MULTIPLE VARIABLES

Abstract. In the article new algorithm for calculating the global minimum of a smooth function of several variables is proposed. To calculate the global minimum Sobolev's cubature formulas with a regular boundary layer are applied.

The algorithm is done by using the Microsoft Visual Studio program in C ++. Computational experiments show that the global minimum is calculated with sufficient accuracy for arbitrary smooth functions of several variables.

Key words: multidimensional optimization, global minimum of a function, lattice cubature Sobolev formulas with a regular boundary layer, Himmelblau function.

[1]М.Д. Рамазанов [2] Ж.С. Туткушева
([1]Уфимский Институт Математики, Уфа, РФ,
[2]Актюбинский региональный государственный университет
имени К.Жубанова, Актобе, Казахстан
E-mail: zhailan_k@mail.ru)

ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ ГЛОБАЛЬНОГО МИНИМУМА ПРОИЗВОЛЬНОЙ ГЛАДКОЙ ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Аннотация. Предлагается новый алгоритм вычисления глобального минимума гладкой функции нескольких переменных. Для вычисления алгоритма глобального минимума применяем кубатурные формулы Соболева с регулярным пограничным слоем.

Алгоритм реализован с помощью программы Microsoft Visual Studio на языке C++. Вычислительные эксперименты показывают, что глобальный минимум вычисляется с достаточной точностью для произвольных гладких функций нескольких переменных.

Ключевые слова: многомерная оптимизация, глобальный минимум функций, решетчатые кубатурные формулы Соболева с регулярным пограничным слоем, функция Химмельблау.

В любой сфере люди своей деятельности встречаются с проблемами, которые связаны с решением задач поиска оптимальных конструкций, технологий, условий, экономических планирований, управлений, планирований сложных объектов и т.п. Такие задачи направлены на поиск наилучшего варианта с точки зрения намеченной цели [1-3]. Сейчас много известных методов поисковой оптимизации, разработаны и эффективно используются для нахождения одного оптимума [4]. При этом многие объекты оптимизации: задачи планирования, сложные технологические комплексы и прочие, характеризуются многоэкстремальностью.

Для решения многоэкстремальных задач был разработан новый алгоритм [5].

В статье [5] для нахождения глобального минимума произвольной гладкой функции была введена новая определяющая функция [5, с.5]:

$$g(\alpha) \equiv \int_{\Omega} \left[\left| f(x) - \alpha \right| - (f(x) - \alpha)\right]^m dx, \qquad (1)$$

где Ω - область интегрирования функции f.

В данной статье разобраны примеры функций двух переменных. Чтобы применить новый алгоритм в трехмерном пространстве, мы обобщим определяющую функцию (1) и запишем в виде:

$$g(\alpha) \equiv \int_a^b \int_a^b \left[\left| f(x,y) - \alpha \right| - (f(x,y) - \alpha)\right]^m dxdy, \qquad (2)$$

где область интегрирования Ω в плоскости Oxy представляет с собой квадрат $[a;b]\times[a;b]$.

По формуле (2) мы вычислили значения и координаты глобальных минимумов некоторых многоэкстремальных функций двух переменных.

При вычислении определяющих функций с достаточной точностью применяется решетчатые кубатурные формулы Соболева с регулярным пограничным слоем [6], [7], [8]. Многомерные интегралы сводятся к последовательностям одномерных интегралов.

Формальное построение формул Соболева таково. Поставлена проблема создания программ для компьютеров приближенного вычисления интегралов по областям произвольных форм. Эта задача была главным препятствием в расчетах формул высокой точности. Соболев существенно упростил алгоритмы определения координат узлов. Допустив свободные вариации областей, уже нельзя было связывать геометрию расположения узлов с формой области интегрирования. С.Л. Соболев принял кардинальное решение, выбрав решетчатое расположение узлов кубатурной формулы: $\left\{hHk \middle| k \in Z^n\right\}$, где H - матрица $n \times n$ с $\det H = 1$, а $h > 0$ - малый параметр, называемый шагом решетки и обеспечивающий (при $h \to 0$) сгущение множества узлов формулы для увеличения ее точности. Таким образом, кубатурная формула для интеграла $\int_{\Omega} f(x)dx$ приняла вид

$$h^n \sum_{\substack{k\in Z^n \\ hHk\in\Omega}} c_k(h) f(hHk).$$

Множитель h^n является масштабным, объем элементарной ячейки решетки узлов - параллелепипед $hHQ = \{x \mid x = hHy, y \in Q\}$, $Q = \{x \mid 0 \le x_j < 1,\ j = \overline{1,n}\}$. Задача подбора подходящей кубатурной формулы превратилась в указание ее коэффициентов $\{c_k(h) \mid k \in Z^n, hHk \in \Omega\}$, которые должны были обеспечить достаточную точность вычислений, вобрав в себя вариации форм областей и свойств подинтегральных функций.

Здесь проявился второй принцип, заложенный С.Л. Соболевым в алгоритм своих формул. Он использовал традиции развитых к тому времени формул алгебраической точности и устроил симбиоз алгебраического и функционально-аналитического подхода.

А именно, оптимальности по норме функционалов погрешностей формул, решил добиться за счет их локальной алгебраической точности. То есть кубатурная формула Соболева есть сумма локальных кубатурных формул с малыми носителями [6].

Для проверки эффективности алгоритмов оптимизации в качестве тестовой функции часто используют функцию Химмельблау [9]. Функция Химмельблау (Рис.1, 2) задается формулой

$$f(x.y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2, \quad x \in [-10;10], \quad y \in [-10;10]$$

Эта функция имеет локальный максимум с координатами $x \approx -0.270845$, $y \approx -0.923039$ и значением $f(x, y) \approx 180.617$ и четыре равнозначных локальных минимума:

1) $f(3,2) = 0$;
2) $f(-2.805118..,3.131312...) = 0$;
3) $f(-3.779310..,-3.283186...) = 0$;
4) $f(3.584428...,-1.848126...) = 0$.

Функция названа в честь Дэвида Мотнера Химмельблау, который впервые ее использовал [8].

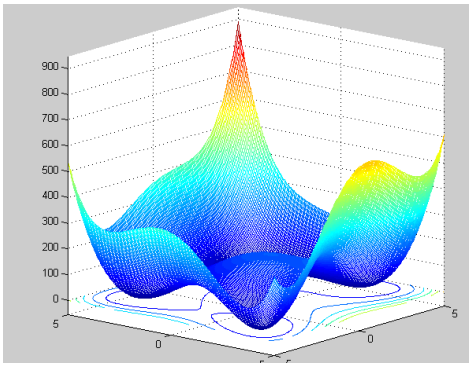


Рис.1. График функций Химмельблау

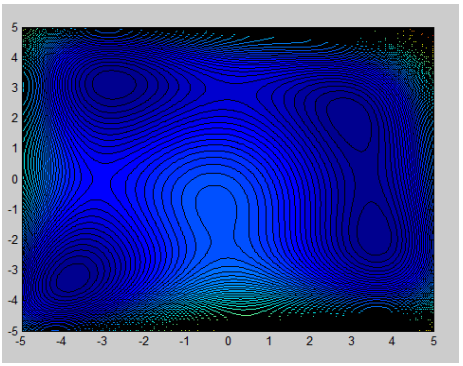


Рис.2. Линии уровня функций Химмельблау

В данной работе мы также проведем вычислительный эксперимент с мультимодальной функции двух переменных - функцией Химмельблау, для иллюстрации точности нового алгоритма, нахождения значений глобального минимума.

Для вычисления значений глобального минимума функции Химмельблау, мы построили определяющую функцию:

$$g(\alpha) \equiv \int_0^{10}\int_0^{10} \left[\left| (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2 - \alpha \right| - \left((x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2 - \alpha \right) \right]^6 dxdy$$

Здесь α значение глобального минимума. Подробный алгоритм расписан в статье [5].

Чтобы вычислить этот интеграл применяются кубатурные формулы Соболева с регулярным пограничным слоем. Алгоритм реализован в программной среде Microsoft Visual Studio на языке C++ [10].

Применяя новый алгоритм, мы вычислили значения и координаты всех четырех локальных минимумов.

Таблица 1. **Координаты и значения локальных минимумов функций Химмельблау**

Эталонные координаты и значения глобальных минимумов функций Химмельблау	$x=3$ $y=2$ $f=0$	$x\approx -2.805118...$ $y\approx 3.131312...$ $f\approx 0$	$x\approx -3.779310...$ $y\approx -3.283186...$ $f\approx 0$	$x\approx 3.584428...$ $y\approx -1.848126...$ $f\approx 0$
Координаты и значения глобальных минимумов функций Химмельблау вычисленные по новому алгоритму	$x=3$ $y=2$ $f=0$	$x\approx -2.80510$ $y\approx 3.13135$ $f\approx 0$	$x\approx -3.77935$ $y\approx -3.28315$ $f\approx 0$	$x\approx 3.58445$ $y\approx -1.84810$ $f\approx 0$

Проведенные вычислительные эксперименты показывают, что полученные значения и координаты глобального минимума данной функции дают не значительные отклонения от эталонных значений и координат глобального минимума. По таблицы-1 мы можем сравнить эталонные и вычисленные по новому алгоритму значения и координаты локальных минимумов функций Химмельблау.

Разность между эталонным и приближенным значением равно $\Delta \le |0{,}00004|$.

В дальнейшем есть возможность улучшить формулу приближенного интегрирования. Нужно перейти к методу К. И. Бабенко. В структуру вычислительного алгоритма по К. И. Бабенко не входит показатель гладкости аппроксимируемого объекта. Алгоритм К. И. Бабенко может работать при любой достаточно большой гладкости и обеспечить наилучший порядок погрешности вычислений. Такие алгоритмы К. И. Бабенко назвал ненасыщаемыми [11].

Продолжим тестирование нашего алгоритма, немного внося изменения в функцию Химмельблау.

Малые возмущения существенно изменяют координаты глобального минимума исследуемой функции. Этим мы оцениваем чуткость нашего алгоритма, применяя малые возмущения к функции Химмельблау $f(x,y)\pm\varepsilon(x+y)$. При таком возмущении график функции наклоняется по биссектрисе первого и третьего координатных углов и остается один глобальный минимум с координатами, существенно зависящими от знака возмущения при любых малых ε.

Для вычисления глобального минимума возмущенной функции $f(x,y)=(x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2\pm\varepsilon(x+y)$ применяем определяющую функцию

$$g(\alpha)=\int_{-5}^{5}\int_{-5}^{5}\Big[\big|(x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2\pm\varepsilon(x+y)-\alpha\big|-$$

$$-\big((x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2\pm\varepsilon(x+y)-\alpha\big)\Big]^6 dxdy$$

Сначала возьмем $\varepsilon=|0.01|$. Значение $|\varepsilon|$ уменьшается до тех пор, пока алгоритм выдает существенно разные координаты глобальных минимумов, при разных возмущениях. Это минимальное ε характеризует точность нашего алгоритма.

Результаты подсчета значений глобального минимума возмущенных функций Химмельблау приведены в таблице-2.

Таблица 2.

Функции	Координаты и значения глобального минимума			
$f(x,y)=(x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2$	$x\approx 3\ y\approx 2$ $f\approx 0$	$x\approx -2.8051$ $y\approx 3.1315$ $f\approx 0$	$x\approx -3.77935$ $y\approx -3.28315$ $f\approx 0$	$x\approx 3.58445$ $y\approx -1.84815$ $f\approx 0$
$f(x,y)=(x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2-$ $-0.01(x+y)$	$x\approx 3.0001$ $y\approx 2.0003$ $f\approx -0.0499$	-	-	-
$f(x,y)=(x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2+$ $+0.01(x+y)$	-	-	$x\approx -3.7795$ $y\approx -3.2835$ $f\approx -0.0706$	-

$f(x,y)=(x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2-$ $-0.001(x+y)$	$x\approx 3$ $y\approx 2$ $f\approx -0.005$	-	-	-
$f(x,y)=(x^2+y-11)^2+(x+y^2-7)^2+$ $+0.001(x+y)$	-	-	$x\approx -3.779$ $y\approx -3.283$ $f\approx -0.0070$	-
$f(x,y)=(x^2+y-11)^2-(x+y^2-7)^2-$ $-0.0005(x+y)$	$x\approx 3$ $y\approx 2$ $f\approx -0.0025$			
$f(x,y)=(x^2+y-11)^2-(x+y^2-7)^2+$ $+0.0005(x+y)$	-	-	$x\approx -3.779$ $y\approx -3.283$ $f\approx -0.0035$	-

Подведем итоги вычислительного эксперимента. Как и предполагалось, при $f(x,y)\pm\varepsilon(x+y)$ малых возмущениях функции Химмельблау имеют по одному глобальному минимуму. Эксперимент показывает (см. таблица-2), новый алгоритм находит значение глобального минимума при $\varepsilon=|0.005|$. Этот результат возможно улучшить, перейдя на метод К. И. Бабенко.

Мы убедились, что алгоритм вычисления глобального минимума работает для произвольных функций двух переменных. Этот алгоритм может быть применен к нахождению глобальных минимумов и функций большего числа переменных.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие. - М.: Высш. шк., 2002.-544 с.

[2] Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления: Учебное пособие. - СПб.: Питер, 2004.-256 с.

[3] Shreves R. Drupal Search Engine Optimization. – Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2012. – 101 p.

[4] Floudas C.A., Pardalos P.M. Encyclopedia of Optimization, 2nd Edition. - Springer, New York: Springer Scince+Dusiness Media, LCC, 2009. – 4646 p.

[5] Туткушева Ж.С. Определение координат глобального минимума произвольной гладкой функции // Современные инновации: Журнал. – Москва, 2019. –№4(32)– С.5-7.

[6] Соболев С.Л. Васкевич В.Л. Кубатурные формулы. - Новосибирск: ИМ СО РАН, 1996. – 484.

[7] Рамазанов М.Д. Теория решетчатых кубатурных формул с ограниченным пограничным слоем. - Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. - 178с.

[8] Рамазанов, М.Д. Новый алгоритм асимптотически оптимальных решетчатых кубатурных формул / М.Д.Рамазанов // Уфимский математический журнал, 2010. – Т.2, № 3. – С.63-82.

[9] Химмельблау Д.М. Прикладное нелинейное программирование // Прикладное нелинейное программирование. – М.: «Мир»,1975. – 579с.

[10] Н. Культин. Visual C++ в задачах и примерах. – 2е изд. – Петербург: БХВ-Петербург, 2015. – 268с.

[11] Бабенко К. И. Основы численного анализа. - М.:Ижевск: РХД, 2002.-848 с.

Рамазанов М.Д., Туткушева Ж.С.

Бірнеше айнымалылары бар кез-келген тегіс функцияның глобальды минимумының координаталарын есептеу

Түйіндеме. Мақалада бірнеше айнымалысы бар кез келген функцияның глобальды минимумын есептеудің жаңа аглоритмі берілді. Функцияның глобальды минимумын есептеу алгоритмі тұрақты шекаралық қабаты бар Соболев кубатуралық формулаларын қолдану арқылы жүзеге асады.

Алгоритм с++ тілінде Microsoft Visual Studio бағдарламасының көмегімен іске асырылды. Есептеу тәжірибелері бірнеше айнымалылары бар кез келген тегіс функциялардың глобальды минимумы жеткілікті дәлдікпен есептелетінің көрсетеді.

Түйін сөздер: көп өлшемді оңтайландыру, функциялардың глобальдық минимумы, тұрақты шекаралық қабаты бар Соболев торлы кубатуралық формулалары, Химмельблау функциясы

УДК 004.94

A.A. Abdildayeva, T.K. Zhukabayeva, M.A.Akhmetzhanov
(Institute of Information and Computing Technologies of the National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan
e-mail: abass_81@mail.ru, tamara_kokenovna@mail.ru, maks714@mail.ru)

MODELING OF A MULTI-AGENT SYSTEM FOR CONTROL OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

Abstract. This article discusses the description of a multi-agent system (MAS) for intelligent electric power systems. The development of intelligent electric power systems and related technologies brings together achievements in distributed systems, artificial intelligence, control and information and communication technologies. It is expected that smart power systems will demonstrate a high level of autonomy, self-healing and reliability, and provide features such as reconfiguration, protection, recovery, and user interaction through response to requests. MASs are promising technologies for implementing such functions and are currently being studied for use in smart power systems.

Key words: multi-agent system, electric power system, model, agent

А.А. Абдилдаева, Т.К. Жукабаева, М.А. Ахметжанов
(ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Қазақстан
e-mail: abass_81@mail.ru, tamara_kokenovna@mail.ru, maks714@mail.ru)

ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ БАСҚАРУ ҮШІН МУЛЬТИАГЕНТТІК ЖҮЙЕНІ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада зияткерлік электр энергетикалық жүйелер үшін мультиагенттік жүйенің сипаттамасы қарастырылады. Зияткерлік электр энергетикалық жүйелерді және онымен байланысты технологияларды дамыту таратылған жүйелердегі, жасанды интеллектідегі, басқарудағы және ақпараттық-коммуникациялық технологиялардағы жетістіктерді біріктіреді. Зияткерлік электр энергетикалық жүйелер дербестіктің, өзін-өзі қалпына келтірудің және сенімділіктің жоғары деңгейін көрсететін болады және сауалдарға ден қою арқылы реконфигурация, қорғау, қалпына келтіру және пайдаланушылармен өзара іс-қимыл сияқты функцияларды ұсынатын болады деп күтілуде. МС мұндай функцияларды жүзеге асыру үшін көп перспективалы технологиялар болып табылады және қазіргі уақытта зияткерлік электр энергетикалық жүйелерде пайдалану үшін зерделенеді.

Ключевые слова: зияткерлік электр энергетикалық жүйелер, мультиагенттік жүйе, модель, агент

Кіріспе. Қазіргі уақытта Қазақстанның энергия жүйесінде электр энергиясын диспетчерлендіру жүйесін орнату бойынша проблемалар бар,әсіресе кейбір жергілікті электр желілерінде электр энергиясын бөлу бойынша жұмыс және мәселелер бұрынғысынша өте маңызды болып қала береді.

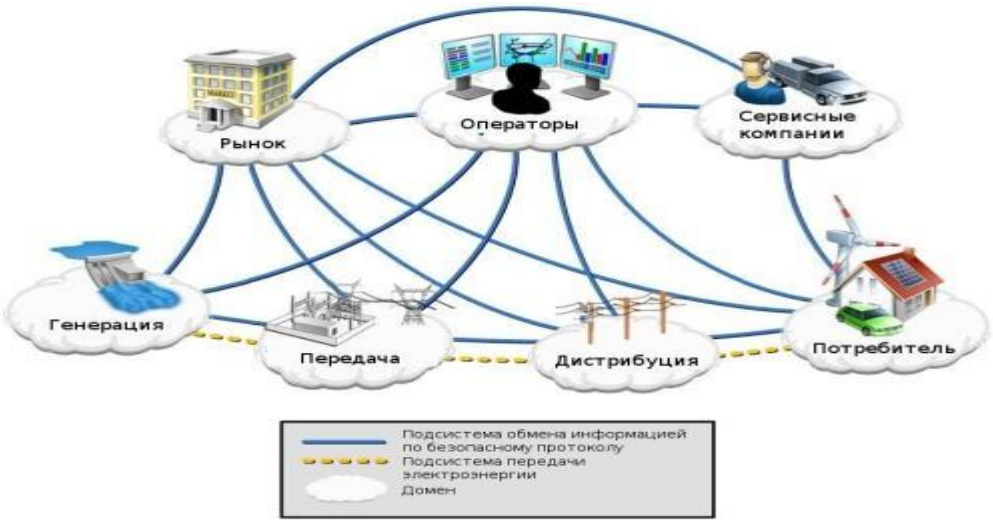
Зияткерлік жүйелердің міндеттерінің бірі, энергия тұтынуды басқару компонентіне энергия өндіруге, энергияны бөлуге және шығынға байланысты оқиғаларға ден қою үшін түрлі кіші жүйелерді басқару бойынша дербес іс-қимыл жасай отырып, электр энергиясын тиімді тәсілдермен беру туралы шешім қабылдауға мүмкіндік беретін ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың кіші жүйесін енгізуден тұрады. Мультиагенттік жүйелердің парадигмасы қазіргі уақытта зияткерлік жүйелер сияқты бірлескен жүйелерді іске асыру үшін тартымды балама ұсынады. Мультиагенттік жүйелер бұрғылау және технологиялық даму саласындағы зерттеулердің жаңа саласы болып табылады. Мультиагенттік жүйелер өз мәндерінің дербестігін талап ететін бөлінген жүйелерді жобалау үшін өте пайдалы [1], желілерді басқару, Электрондық коммерция, пациенттердің денсаулық жағдайының мониторингі, бөлінген жасанды интеллект және бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу салаларында кеңінен қолданылады [2]. Көптеген пікірлер [3-7] интеллектуалды жүйелерде мультиагенттік жүйелерді қолдану бойынша жасалды.

Нархеде және т. б. интеллектуалды жүйелерді модельдеу, пайдалану, микросеталар мен виртуалды электр станцияларын басқару, сұраныс/жауап және қызметтерді қалпына келтіруді қоса алғанда, жұмыс істеу және басқару үшін мультиагенттік жүйелердің соңғы қосымшаларын ұсынды. Қазіргі заманғы энергия жүйелеріндегі негізгі мәселелерді жаңа буындағы электр энергиясының

үлестірілген өндірісі тұрғысынан қарастырып, кейбір мәселелерді шешу ретінде мультиагенттік жүйелер технологиясын ұсынды. Rohbogner et al. [7] инженердің көзқарасы бойынша интеллектуалды жүйелерді басқару және бақылау үшін мультиагенттік жүйелер парадигмасының қолданылуы талқыланды. Біздің зерттеуіміз осы бар сауалнамаларды модельдеуге және басқаруға баса назар аудара отырып, зияткерлік жүйелерде мультиагенттік жүйелерді қолдану бойынша 2019 жылға дейін әдебиетті толық қамтитын шолуды ұсынуға қатысты толықтырады. Бұл зерттеудің жаңалығы, онда мультиагенттік жүйенің негізгі кезеңдері: модельдеу және іске асыру, сондай-ақ берілген ақпараттың көлемі баяндалады.

Электр энергетикалық жүйелердің жаңа буыны

Зияткерлік электр энергетикалық жүйелер Есептеу техникасы, телекоммуникациялар, Электр энергиясын өндіру, беру және тарату кезеңдерінде бөлінген жүйелер мен жасанды интеллект саласындағы технологиялық жетістіктерді біріктіреді. Бұл технологияларды интеграциялау коммуникациялық деңгейді қамтамасыз етеді , ол зияткерлік электр энергетикалық жүйелерге өзінің кіші жүйелері мен компоненттері арасында ақпарат алмасуға мүмкіндік береді.



1-сурет. Концептуалды зияткерлік электр энергетикалық жүйе [8].

Ақылды желілер келесі сипаттамаларға ие [9]:

• Зияткерлік электр энергетикалық жүйелер тұтынушылардың желіге қатысуына ықпал етеді. Тұтынушылар энергияны әр түрлі үлестірілген энергетикалық ресурстардың көмегімен өндіре алады, нақты уақыт режимінде олар қанша электр энергиясын пайдаланады және осылайша, олар сұраныс жоспарына қатыса алады.

• Зияткерлік электр энергетикалық жүйелер "қос және жұмыс"режиміндегі барлық ұрпақ типтерін және сақтау нұсқаларын қолдайды. Генерация ядролық сияқты орталықтандырылған немесе әртүрлі табиғи ресурстарды пайдалана отырып бөлінуі мүмкін.

• Зияткерлік электр энергетикалық жүйелер желілік жүйедегі электр энергиясының жұмысын оңтайландырады.

• Зияткерлік электр энергетикалық жүйелер өзін-өзі қалпына келтіру қасиеттеріне ие және кибер және физикалық шабуылдар сияқты шабуылдарға төзімді

• Электрэнергетикалық жүйелердің бұл жаңа буындары қарапайым электрэнергетикалық жүйелерді үлкен есептеуіш жүйелерге түрлендіреді, онда жоғарыда аталған үлестірілген басқару сипаттамалары және желінің жай-күйін білу қызықты функцияларды іске асыруға мүмкіндік береді [10], [11]:

• Автоматты қалпына келтіру жүйесі
• Жоғары сапалы энергия жеткізу.
• Кибершабуылдарға тұрақтылық.
• Бөлінген генерацияны біріктіру
• Энергия жинағышты орналастыру

• Пайдаланушының тұтынуын мониторингілеу және бақылау
• Пайдаланушылардың сұранысын бөлуді бағалау
• "онлайн" өлшеулерді пайдалана отырып, нақты уақыт режимінде бөлу жүйесін қайта құру.
• Пайдалану және қызмет көрсету шығындарын оңтайландыру
• Платформа тұжырымдамасы МАЖ жүзеге асыруымен байланысты [4]: бұл агенттердің белгілі бір қызметтерге қол жетімділігі бар агенттердің өмірлік циклін басқаратын орта.

Мультиагенттік басқару жүйесі келесі сипаттамалармен өзара әрекеттесетін бірнеше зияткерлік агенттерді қамтитын жүйе ретінде анықталуы мүмкін [2]:

- автономдық, агенттер тәуелсіз;
- ұсыну шектеулілігі: әрбір агенттің басқару объектісі мен сыртқы орта туралы толық ақпараты жоқ;
- орталықсыздандыру: барлық нысанды басқаруды жүзеге асыратын агенттер жоқ.

Электр энергетикасында басқарудың мультиагенттік жүйесін пайдалану бағдарламалық-аппараттық зияткерлік агенттердің негізінде зияткерлік электр энергетикалық жүйе персоналының автоматтандырылған кешендермен өзара іс-қимылын іске асыратын нақты уақытта бөлінген басқару жүйесін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Электр энергетикасында басқарудың мультиагенттік жүйесін пайдалану кезінде электр жабдықтарын пайдалану ерекшелігін ескеру және жеке объектілерді басқарудың мультиагенттік жүйесін әзірлеуге жеке жақындау қажет.

Ұсынылған мультиагенттік басқару жүйесінде (2-сурет) агенттердің мынадай қасиеттері бар:

- белсенділік-басқару объектісіне және басқа агенттерге әсер етуді ұйымдастыру және іске асыру қабілеті;
- реактивтілік-олардың хабарламалары негізінде датчиктер және басқа агенттер арқылы объектінің жағдайын қабылдау;
- автономдық-қоршаған ортадан салыстырмалы тәуелсіздік, сондай-ақ өз мінез-құлқын негіздейтін кейбір агенттерде "ерік еркіндігінің" болуы;
- коммуникацияның дамыған хаттамаларымен қамтамасыз етілетін және жеке агентке өз міндеттерін басқа агенттермен бірлесіп шешуге мүмкіндік беретін қарым-қатынас;
- жеке мотивация көздерінің болуын көздейтін мақсатты.

Агенттің белгілі бір мінез-құлықты іске асыруы үшін жағдайлар сыртқы ортаның әсерін қабылдайтын арнайы құрылғылар (рецепторлар) және қоршаған ортаға әсер ететін атқарушы органдар (эффекторлар), сондай-ақ ақпаратты өңдеу блогы мен жадыны қамтитын процессор жасайды. Ұсынылған жүйеде рецепторлар ретінде датчиктер, сондай-ақ электр энергиясының сапа көрсеткіштерінің есептеуіштері мен талдағыштары қолданылады. Эффекторы болып табылады бағдарламаланатын контроллерлер іске асыратын автоматты қоздыру реттегіштері (АРВ) және айналу жиілігіндегі генераторлар (АРЧВ). Мультиагенттік басқару жүйесінің процессоры-бұл ақпаратты жинау, өңдеу және сақтау үшін сервер, одан істен шыққан жағдайда нақты агент қажетті деректерді ала алады.

Ұсынылатын мультиагенттік басқару жүйесі агенттерінің негізгі функцияларын және олардың байланыстарын былайша тұжырымдауға болады (2-сурет):

1. Агент-үйлестіруші (электр станциясы) агенттерге агрегаттардың жүктемелерінің графигі түрінде қуат тапсырмаларын (ЖЗМ) береді, сондай-ақ өз тапсырмаларын түзетуі мүмкін бөлінген генерация қондырғыларын диагностикалау агенттері мен ЖЗМ-дан хабарламалар қабылдайды. Үйлестіруші агенттің ішкі агенттері бар:

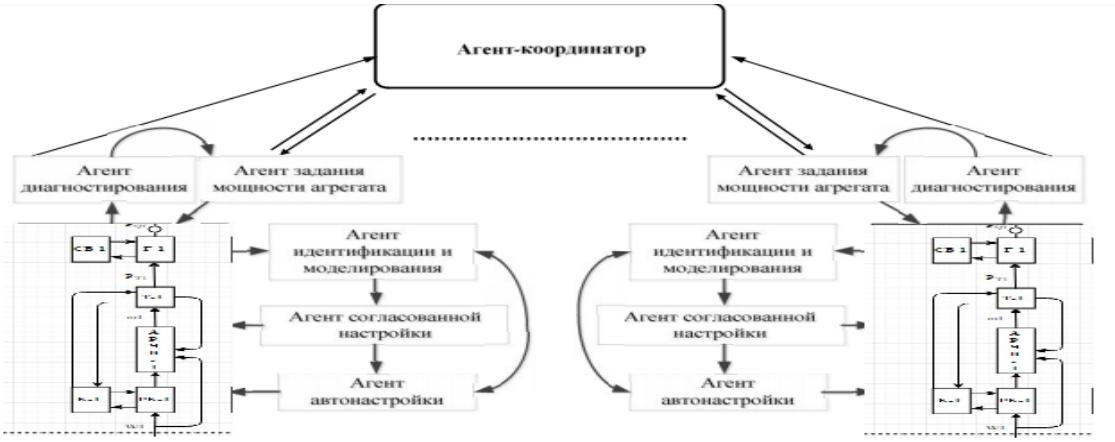
- электр тұтыну болжамын және желідегі қуатты жоғалтуды жүзеге асыратын болжау агенті;
- желі тораптарындағы берілген кернеу мен жиілікті қамтамасыз ету өлшемдері бойынша бөлінген генерация қондырғыларын оңтайлы тиеуді таңдауды жүзеге асыратын генерацияны оңтайландыру агенті;
- тарифтерді қалыптастыруға қатысатын және бөлінген генерация қондырғыларының қуатын пайдалану мүмкіндігін жүзеге асыратын электр энергиясы нарығының агенті.

2. Диагностика агенті нейрондық желілерді пайдалана отырып, агрегаттың үздіксіз диагностикасын орындайды.

3. Қуат тапсырмасының агенті агент-үйлестірушіден командаларды қабылдайды және турбинаны басқару тетігіне әсер етеді , сондай-ақ қажет болған жағдайда үйлестіруші агентке бұл туралы хабарлай отырып , тапсырманы түзетеді. Қуат тапсырмасының агенті диагностика агентін қабылдайды және агрегаттың қуатын шектейді.

4. Сәйкестендіру және модельдеу агенті (АІМ) қондырғының жұмыс режимін өзгерткен кезде реттегіштердің шуын оқшаулау үшін толқындық түрлендіруді қолдана отырып сәйкестендіру процедурасын орындайды [2] және ARV және оңтайлы параметрлерді анықтау үшін модельдеу үшін

агрегаттың ағымдағы режимін жасайды. ARCHV және ARV және ARCHV ағымдық параметрлерін өзгерту қажеттілігін тексеру үшін.



2-сурет. Басқарудың мультиагенттік жүйесінің құрылымы

5. Келісілген баптау агенті генетикалық алгоритмдік процедураны [2] қолдана отырып, ағымдағы режим үшін ARV генераторының оңтайлы үйлестірілген күйін анықтау үшін идентификациялау және модельдеу агентімен алынған үлгіні пайдаланады және ARV реттеу коэффициенттерінің алынған мәндерін авто-баптау агентіне береді.

6. Бұлыңғыр басқару жүйелерінің технологиясын қолданатын автоматты түрде баптау құралы ARV және ARCH параметрлерінің білім қорын жинақтайды [2], әр түрлі жұмыс режимдеріне арналған, модельде сәйкестендіру және модельдеу агенттерін қолданып тексереді.

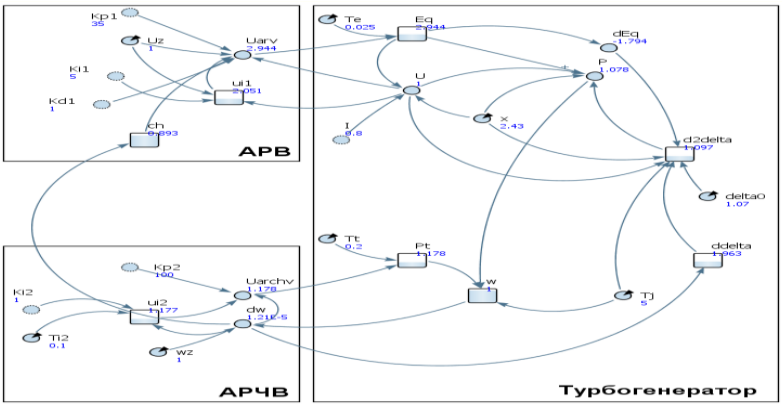
Соңғы жылдары агенттерге негізделген модельдеуді қолданатын көптеген бағдарламалық платформалар жасалды, олардың арасында AnyLogic [2] жүйесін модельдеудің барлық негізгі түрлерін біріктіруге болады:

- дифференциалдық теңдеулер негізінде реттегіштермен басқару объектісінің динамикалық моделін жасауға мүмкіндік беретін жүйенің динамикасы;

- ақпаратты тарату процестерін модельдеуге мүмкіндік беретін, көп агенттік басқару жүйесінің алгоритміне айтарлықтай әсер ететін оқиғалардың туындау мүмкіндігін ескере отырып, оқиғаларды (процестерді) дискреттеу;

- агенттердің іс-әрекетін зерттеуге және тұтастай жүйенің мінез-құлқын анықтауға мүмкіндік беретін агент негізіндегі модельдеу.

AnyLogic жүйесінде модель ретінде ARV бар турбогенераторлармен жабдықталған ұсынылған көп агенттік басқару жүйесі енгізілді. AnyLogic платформасының жүйелік динамикалық кітапханасының көмегімен жасалған модель құрылымы 3-суретте көрсетілген. Шеңберлер модельдеу процесінде өзгертуге болатын динамикалық айнымалыларды көрсетеді. Шаршылар саралау процесін жүзеге асыруға мүмкіндік беретін жетектерді көрсетеді.



3-сурет. AnyLogic-те ARV және ARCHV бар үлестірілген генератор қондырғысының модельдік құрылымы [2]

Үлгінің негізін келесі теңдеулер жүйесі құрайды:

$$\frac{d\delta_i}{dt} = S_i, \qquad i = \overline{1,l} \tag{1}$$

$$\frac{dS_i}{dt} = w_i - K_i S_i - f_i(\delta_i) - \psi_i(\delta_{i^*}), \qquad w_i = C_i^* x_i, \qquad i = \overline{1,l}$$

$$\frac{dx_i}{dt} = A_i x_i + q_i S_i + b_i u_i + R_i(S_i, x_i), \qquad i = \overline{1,l} \tag{2}$$

мұндағы δ_i - бұрыштық координаттар; S_i - бұрыштық жылдамдықтар; $x_i - n_i$ - реттегіш күйінің векторы; w_i - басқару объектілеріне әрекет етуді басқару; $K_i > 0$ – басқару объектісінің бәсеңдету коэффициенттері; C_i, q_i, b_i - векторлық n_i – өлшемді тұрақтылар; A_i - $n_i \times n_i$ тәртіпті тұрақты матрицасы; A_i - кері байланыс қағидасы бойынша қалыптасқан реттегіштің басқарушы әрекеті; функциялар

$$\psi_i(\delta_{i^*}) = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{l} p_{ik}(\delta_{ik}), \qquad \delta_{ik} = \delta_i - \delta_k, \qquad i = \overline{1,l} \tag{3}$$

i -ші жүйеге, қалған $l-1$ кіші жүйелерге әсерін сипаттайды; $f_i(\delta_i)$ - келесі шарттарды қанағаттандыратын дифференцияланданатын периодтық функциялар:

$$f_i(\delta_i) = f_i(\delta_i + 2\pi), \qquad \forall \delta_i \in E^1, \qquad \gamma_{0i} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f_i(\delta_i)d\delta_i \le 0,$$

$$f_i(0) = 0, \qquad \frac{df_i(\delta_i)}{d\delta_i}\Big|_{\delta_i=0} > 0, \qquad f_i(\delta_{0i}) = 0, \qquad \frac{df_i(\delta_i)}{d\delta_i}\Big|_{\delta_i=\delta_{0i}} < 0, \qquad 0 < \delta_{0i} < 2\pi, \qquad i = \overline{1,l}$$

Әр тұрақталған i үшін екінші тәртіптегі дифференциалдық теңдеулер (1) басқарудың i–ші объектісіндегі процесстерді сипаттайды (l барлық басқару объектілері), ал векторлық дифференциалдық теңдеу (2) i– ші басқару объектісіндегі реттегішінің қозғалыс теңдеуін анықтайды.

Электр-энергетикалық басқару жүйелері үшін (1) теңдеулері i-ші синхрондық генератордың ротор айналыс қозғалысын сипаттайды, δ_i – шамасы номиналды жиіліктегі және i– генератормен салыстырмалы бірлікте өндірілетін электр қозғаушы күш кезіндегі ротор айналу бұрыштарының айырмашылығы, функция $f_i(\delta_i)$ i–ші генераторлардың салыстырмалы бірліктердегі қуатын анықтайды, $\psi_i(\delta_{i^*})$ - ортақ электр желісі арқылы генераторлардың бір-біріне өзара әсерін көрсетеді.

(2) теңдеулер ортақ электр желісінде жұмыс істейтін барлық генераторлардың синхронды жұмысын қамтамасыз ету мақсатында компьютер өндірілетін, i-генератордың, u_i - басқарудың роторлық айнымалы қозғалысын тұрақтандыру үшін реттегішпен өндірілетін i-генератордың және w_i - әрекет етудің айналу жиілігі мен қоздыру жүйесінің автоматты реттегішінің бу қазандық, бу турбинасының динамикасын сипаттайды.

Энергия жүйесінің классикалық үлгісіндегі - генератордың қоздыру қозғалысының теңдеулері келесі түрде құрылады[3]:

$$\frac{d\delta_i}{dt} = w_{ном} s_i,$$

$$H_i \frac{dS_i}{dt} = -D_i S_i - f_i(\delta_i) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{l} f_{i,j}(\delta_i - \delta_j) + P_{T_i}, \quad i = \overline{1,l},$$

мұндағы $f_i(\delta_i) = P_i \sin(\delta_i^0 + \delta_i) - P_i \sin\delta_i^0,\ P_i, \delta_i^0$ - тұрақты,

$f_{ij}(\delta_i - \delta_j) = P_{ij} \sin(\delta_{ij}^0 + \delta_i - \delta_j) - P_{ij} \sin\delta_{ij}^0,\ \delta_{ij}^0 = \delta_i^0 - \delta_j^0,\ P_{ij},\ \delta_i^0$ – тұрақты.

мұндағы δ_i - генератордың ЭҚҚ мен апаттан кейінгі белгіленген режимдегі оның мәнінен шығатын *i*-генератордың кернеуі арасындағы

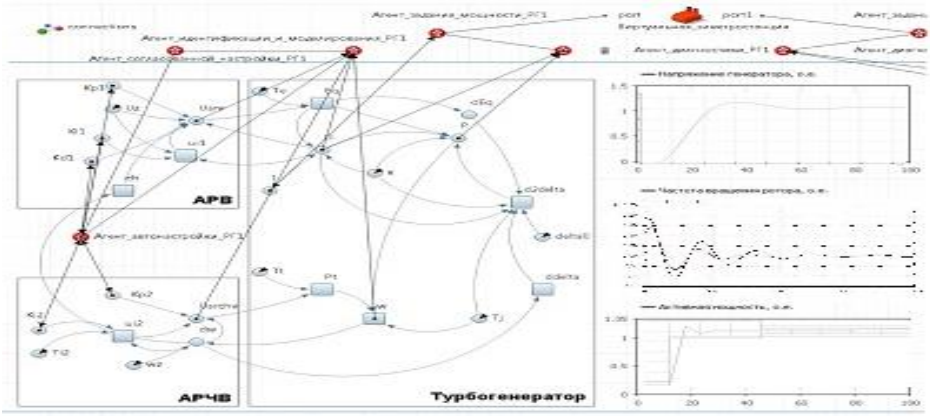
бұрыштың ауытқуы, δ_i^0, $s_i = (w_i - w_{ном})/w_{ном}$ – i-генератордың бұрыштық жылдамдығының сырғуы, D_i – i-ші генератордың бәсеңдету коэффициенті, P_{T_i} – апаттан кейінгі белгіленген режимдегі олардың $P_{T_{i0}}$ мәнінен турбина қуатының ауытқуы, H_i - i-ші генератордағы ротордың инерция моменті, P_i, P_{ij} – i – ші генератордың электр қуаты мен i– ші және j–ші генераторлардың арасындағы қуаттың сыртқы өзара ағуы.

Басқару әрекеті $w = w_i(t)$ және i – турбина қуаты мен P_{T_i} турбина қуатының арасындағы ауытқу арасындағы байланыс қарапайым жағдайда [4,5] дифференциалдық теңдеумен анықталады

$$T_{ni}\frac{dP_{Ti}}{dt} = \mu_i - P_{Ti}, \qquad T_{S_i}\frac{d\mu_i}{dt} = -\mu_i - \frac{1}{\sigma_i}S_i + K_i w_i,$$

мұндағы $\mu_i = \mu_i(t)$ буға шек қоюды жауып тастайтын жапқыштың салыстырмалы орын ауысуы, T_{n_i} – бу қыздырғыш құбырларындағы будың инерциясы болып табылатын уақыт тұрақтысы, σ_i – (АЖАР) і-ші, K_i – басқару орталық жүйесіндегі і-арнаның күшею коэффициенті, басқару әрекеті барлық генераторлардың фазалық күйіне байланысты.

Модельдегі агенттердің қосылу құрылымы 4 суретте көрсетілген. Диагностикалық агентте турбогенератордың параметрлерін өлшеуге мүмкіндік беретін рецепторлар бар, ал қуатты реттеу агенті турбогенератордың белсенді қуатын генерациялайтын эффектормен жабдықталған.



3-сурет. Көрсетілген агенттермен байланысы бар көп агенттік басқару жүйесінің моделі

Қорытынды

Интеллектуалды жүйелер энергияны сұраныс пен тұтынуды бақылаудың нақты уақыт режимін алу үшін ақпараттық технологиялардың, таратылған жүйелердің және жасанды интеллекттің дамуын біріктіретін электр энергетикалық жүйелерінің жаңа буыны ретінде қарастырылады. Бұл тәсіл зияткерлік жүйелердің сипаттамаларын еліктейтін тарату жүйелерін басқаруды зерттеу үшін көп агенттік жүйелерді қолдануға негізделген. Бұл мақалада көп агенттік басқару жүйелерін және зияткерлік желілердің жұмысын басқару үшін қолданылатын түрлі платформалар келтірілген. Сондай-ақ зияткерлік электр энергетикалық жүйелерінің модельдеу моделі ұсынылды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] C. Garrier, «lntelligence Artificielle » in La Maitrise de lntelligence Artificielle. vol ln-8, Belgium, MARABOUT, 1991. pp. 69-80.

[2] A. Dimeas, N. Hatziargyriou , "A MultiAgent System for Microgrids", Proceedings of IEEE PES Power Engineering Society General Meeting, 6-10 June 2004, vol-1, pp:55-58.

[3] R. Roche, B. Blunier, A. Miraoui, V. Hilaire, and A. Koukam, "MultiAgent Systems for Grid Energy Management: A Short Review", IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2010 - 36th Annual Conference, pp. 3341 - 3346, 7-10 November 2010.

[4] M. S. Narkhede, S. Chatterji, and S. Ghosh, "Multi-Agent Systems (MAC) controlled Smart Grid - A Review", International Journal of Computer Applications (IJCA), International Conference on Recent Trends in engineering & Technology - 2013 (lC RTET'20 I 3), no.4, pp. 12 - 17, May 2013.

[5] Q. Li, and M. Zhou, 'The Future-Oriented Grid-Интеллектуальные электроэнергетические системы", Journal of Computers, vol. 6, no. I, January 2011.

[6] I. Zabet, and M. Montazeri, "Decentralized Control and Management Systems for Power Industry via Multiagent Systems Technology", the 4th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), 2010 IEEE, pp. 549 - 556, 23-24 June 2010.

[7] G. Rohbogner, S. Fey, Ulf J.J. Hahnel, P, Benoit, and B. WilleHaussmann, "What the term Agent stands for in the Smart Grid Definition of Agents and Multi-Agent Systems from an Engineer's Perspective", Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2012 Federated Conference, pp. 1301 - 1305, 9-12 September 2012.

[8] National Institute of Standards and Technology. NIST framework and roadmap for Smart Grid interoperability standards, release 1.0, http://www. nist. gov/publ icaffai rs/releases/upload/smartgrid i nteroperability final.pdf .

[9] N. T. L. Energy, "Anticipates and Responds to System Disturbances (SelfHeals)," USA, 2010.

[10] R. BROWN, "Impact of Smart GRID on Distribution System Design", In:IEEE. Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21 st Century, 2008 IEEE. [S.I.], pp.1-4, 2008, ISSN 1932-5517.

[11] R. Roche, B. Blunier, A. Miraoui, V. Hilaire, and A. Koukam, "Multiagent systems for grid energy management: A short review," IECON 2010 - 36th Annu. Conf IEEE Ind. Electron. Soc., pp. 3341-3346, Nov. 2010.

[12] S. Karnouskos and T. N. De Holanda, "Simulation of a Smart Grid City with Software Agents," 2009 Third UKSim Eur. Symp. Comput. Model. Simul., pp. 424-429, 2009.

[13] M. Pipattanasomporn, H. Feroze, and S. Rahman, "Multi-agent systems in a distributed : Design and implementation," 2009 IEEEIPES Power Syst. Com. Expo., pp. 1-8, Mar. 2009.

[14] A. Singh, D. Juneja, and A.K. Sharma, "Agent Development Toolkits", International Journal of Advancements in Technology, vol. 2, No I, pp. 158 - 164, January 20 II, ISSN 0976-4860.

[15] M.K. Perdikeas, F.G. Chatzipapadopoulos, I.S. Venieris and G. Marino, “Mobile agent standards and available platforms”, Computer Networks, vol. 31, no. 19, pp. 1999–2016, August 1999.

[16] Milano, “An Open Source Power System Analysis Toolbox,”IEEETransactions on Power Systems, vol. 20, pp. 1199–1206, Aug. 2005.

Абдилдаева А.А., Жукабаева Т.К., Ахметжанов М.А.

Моделирование мультиагентной системы управления электроэнергетическими системами

Резюме. В данной статье рассматривается описание мультиагентной системы для интеллектуальных электроэнергетичеких систем. Развитие интеллектуальных электроэнергетических систем и связанных с ним технологий объединяет достижения в распределенных системах, искусственном интеллекте, управлении и информационно-коммуникационных технологиях. Ожидается, что интеллектуальные электроэнергетические системы будут демонстрировать высокий уровень автономности, самовосстановления и надежности и предоставлять такие функции, как реконфигурация, защита, восстановление и взаимодействие с пользователями посредством реагирования на запросы. MAC являются многообещающими технологиями для реализации таких функций и в настоящее время изучаются для использования в интеллектуальных электроэнергетических системах.

Ключевые слова: мультиагентная система, электроэнергетическая система, модель, агент.

УДК 517.98

[1]A.M. Abylayeva, [1]B.N. Seilbekov

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

FOR p>q , THE WEIGHTED INEQUALITY OF THE FRACTIONAL INTEGRATION OPERATOR

Abstract. In connection with numerous applications in applied problems, as well as of great importance in various areas of mathematical analysis, currently there are various approaches and generalizations of the concept of fractional integration. Fractional integration operators in connection with numerous applications in various fields of analysis have very important meaning in mathematics. In modern mathematics, there are various classes of fractional integration operators, such as the Riemann-Liouville, Weyl, Hadamard, Laplace, Erdelyi-Kober operators and other types of continuous, discrete operators that have already become classical in mathematical analysis. Numerous papers, textbooks and monographs have been written on the subject of fractional integration operators. In theoretical and applied problems different fractional integration operators are used depending on convenient properties. Therefore, there are numerous studies establishing the various properties of such operators, as well as their relationship. In recent years fractional integration operators in weight functional spaces have been intensively studied. In the present paper we consider a class of fractional integration operators, which includes the well-known Riemann-Liouville, Weyl, Erdelyi-Kober operators and establishes a criterion for their boundedness from one Lebesgue weighted space to another.

Keywords: boundedness, fractional integration, weight functions.

А.М.Абылаева, Б.Н.Сейлбеков
(Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, г.Нур-Султан, Казахстан)

ПРИ $p > q$ ВЕСОВЫЕ НЕРАВЕНСТВО ОПЕРАТОРА ДРОБНОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ

Аннотация. В связи с многочисленными приложениями в прикладных задачах, а также большим значением в различных направлениях математического анализа, в настоящее время имеются различные подходы и обобщения понятия дробного интегрирования. Современной математике имеются различные классы операторов дробного интегрирования, среди них такие как операторы Римана-Лиувилля, Вейля, Адамара, Лапласа, Ердей-Кобера и другие виды непрерывных, дискретных операторов уже ставших классическим в математическом анализе. На тему операторов дробного интегрирования написаны многочисленные статьи, учебники и монографий. В теоретических и прикладных задачах в зависимости от удобных свойств применяются разные операторы дробного интегрирования. Поэтому имеются многочисленные исследования устанавливающие различные свойства таких операторов, а также их взаимосвязи. В последнее годы интенсивно исследуются операторы дробного интегрирования в весовых функциональных пространствах. В предлагаемой работе рассматривается один класс операторов дробного интегрирования, который включает в себе известные операторы Римана-Лиувилля, Вейля, Ердей-Кобера и устанавливается критерий их ограниченности из одного весового пространства Лебега в другое.

Ключевые слова: ограниченность, дробное интегрирование, весовые функции.

В этой статье устанавливается критерий ограниченности интегрального оператора с переменным верхним пределом из весового Лебегово пространство в весовое Лебеговое пространство в случае $q \le p$.

Пусть $0 < p,q < \infty$, $p > 1$, u-невозрастающая весовая функция и v, w-весовые функции т.е. неотрицательные, измеримые и локально суммируемые на $I = (0, +\infty)$ функции такие, что $v \in L_1^{loc}(I)$, $w \in L_1(0,t)$, $\forall t > 0$. Положим $W(x) = \int_0^x w(s)ds$, $x > 0$. Функция φ строго возрастающая локально абсолютно непрерывная функция со свойством: $\lim_{x\to 0}\varphi(x) = 0$, $\lim_{x\to\infty}\varphi(x) = \infty$, $\forall x \in I$.

Рассмотрим вопрос об ограниченности из $L_{p,w} \equiv L_{p,w}(I)$ в $L_{q,v} \equiv L_{q,v}(I)$ интегрального оператора

$$T_\varphi f(x) = \int_0^{\varphi(x)} \frac{u(s)W^\beta(s)f(s)w(s)ds}{\left(W(x)-W(s)\right)^{1-\alpha}},\ \varphi(x) \le x,\ x \in I \tag{1}$$

где $L_{p,w}$- пространство всех измеримых на I функции таких, что

$$\|f\|_{p,w} = \left(\int_0^\infty |f(s)|^p w(s)ds\right)^{\frac{1}{p}} < \infty,\ 0 < p < \infty.$$

Когда весовая функция $u(s) = 1$ и $\beta = 0$ ограниченность и компактность интегрального оператора (1) исследовано в работе [1].

При $\varphi(x) = x$ критерий ограниченности и компактности оператора (1) получены в работе [2], а в $W(x) = x$ и $w(s) = 1$ критерий ограниченности из $L_{p,w}$ в $L_{q,v}$ оператора (1) вытекает из результатов работы [3,4].

При $\varphi(x) = x$, а $\alpha \ge 1$ вопрос ограниченности и компактности оператора (1) из $L_{p,w}$ в $L_{q,v}$ вытекает из результатов работы [5-8] и поэтому рассматривается случай $0 < \alpha < 1$.

Для любого линейного оператора $T_\varphi : L_{p,w} \to L_{q,v}$ для удобства положим $\|T_\varphi\| = \|T_\varphi\|_{L_{p,w}\to L_{q,v}}$.

В рамках работы неопределенности вида $0\cdot\infty$, $\frac{0}{0}$, $\frac{\infty}{\infty}$ полагаются равными нулю, соотношение вида $A << B$ означает $A \le \beta B$, где положительная постоянная β, быть может, зависит от

фиксированных параметров, а соотношение $A \approx B$ интерпретируется, как $A << B << A$. Z - множество всех целых чисел, p' -число сопряженное к числу $1 < p < \infty$, т.е. $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$.

Вспомогательные утверждения. Для доказательства основных утверждений нам необходимы некоторые факты. Наряду с оператором (1) рассмотрим оператор

$$H_\varphi f(x) = \frac{1}{W^{1-\alpha}(x)} \int_0^{\varphi(x)} u(s) W^\beta(s) f(s) w(s) ds, \ \varphi(x) \le x, \ \ x \in I.$$

Легко видеть, что для $f \ge 0$

$$T_\varphi f(x) \ge H_\varphi f(x), \quad \forall x \in I. \tag{2}$$

Из [9] имеем

Лемма А. [9] Пусть $0 < q < p < \infty,\ p > 1,\ 0 < \alpha < 1$. Оператор H_φ ограничен из $L_{p,w}$ в $L_{q,v}$ тогда и только тогда, когда $B_\varphi < \infty$, где

$$B_\varphi = \left(\int_0^\infty \left(\int_x^\infty W^{q(\alpha-1)}(s) v(s) ds \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\int_0^{\varphi(x)} u^{p'}(s) W^{\beta p'}(s) w(s) ds \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} u^{p'}(x) W^{p'\beta}(x) w(x) dx \right)^{\frac{p-q}{pq}}$$

при этом $B_\varphi \approx \left\| H_\varphi \right\|$.

Лемма В. Пусть $0 < \beta < 1$ и функция $\gamma(\cdot)$ определена на I, причем $0 < \gamma(x) \le 1,\ \forall x \in I$. Тогда

$$\int_0^{\gamma(x)} \frac{dz}{(1-z)^{1-\beta}} \le \frac{\gamma(x)}{\beta},\ \forall x \in I.$$

Действительно, используя неравенство $(1-\gamma(x))^\beta \ge 1 - \gamma(x)$, имеем

$$\int_0^{\gamma(x)} \frac{dz}{(1-z)^{1-\beta}} = \frac{1}{\beta}\left[1 - (1-\gamma(x))^\beta\right] \le \frac{1}{\beta}\left[1 - (1-\gamma(x))\right] = \frac{\gamma(x)}{\beta}.$$

Теорема 1. Пусть $0 < q < p < \infty,\ \frac{1}{p} < \alpha < 1,\ u$ функция и невозрасатет на I . Оператор T_φ ограничен из $L_{p,w}$ в $L_{q,v}$ тогда и только тогда, когда $B_\varphi < \infty$, при этом $\left\| T_\varphi \right\| \approx B_\varphi$.

Доказательство. Необходимость: Из (2) следует

$$\left\| T_\varphi \right\| \ge \left\| H_\varphi \right\|$$

Тогда в силу леммы А $\left\| T_\varphi \right\| >> B_\varphi$. Теперь докажем, что $\left\| T_\varphi \right\| << B_\varphi$.

Достаточность: Пусть $B_\varphi < \infty$. Рассмотрим функцию $W(\varphi(x))$, которая не убывает и непрерывна на I, причем $W(\varphi(0)) = W(0) = 0$. Используя эти свойства функции W, для любого $k \in Z$ определим $x_k = \sup\{x \in I : W(\varphi(x)) \le 2^k\}$. Очевидно, что $a < x_k \le x_{k+1} \le b,\ \forall k \in Z$ и $W(\varphi(x_k)) \equiv \lim_{x \to x_k} W(\varphi(x)) \le 2^k$, а если $x_k < b$, тогда $x_{k-1} < x_k$ и $W(\varphi(x_k)) = 2^k$. Пусть $\varphi(x_k) = t_k$. Положим $I = \bigcup_k [x_k, x_{k+1})$, $J_k = [t_k, t_{k+1})$ и $Z_0 = \{k \in Z : I_k \ne \varnothing\}$.

Тогда

$$I = \bigcup_{k \in Z_0} I_k = \bigcup_{k \in Z_0} J_k,$$

$$W(\varphi(x_k)) = W(t_k) = 2^k, \quad k \in Z_0,$$
$$2^k \le W(\varphi(x)) \le 2^{k+1}, \quad x \in I_k, \quad k \in Z_0 .$$

Из определение функции φ следует $\varphi(x_{k-1}) \le x_{k-1} < x_k, \quad k \in Z_0$. Далее $f \ge 0$ и $f \in L_{p,w}$. Эти факты ниже используются без напоминания.

$$\|T_\varphi f\|_{q,v}^q = \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left(\int_0^{\varphi(x)} \frac{u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds}{(W(x) - W(s))^{1-\alpha}} \right)^q dx$$

$$= \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left[\left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} + \int_{\varphi(x_{k-1})}^{\varphi(x)} \right) \frac{u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds}{(W(x) - W(s))^{1-\alpha}} \right]^q dx$$

$$<< \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} \frac{u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds}{(W(x) - W(s))^{1-\alpha}} \right)^q dx$$

$$+ \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left(\int_{\varphi(x_{k-1})}^{\varphi(x)} \frac{u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds}{(W(x) - W(s))^{1-\alpha}} \right)^q dx = F_1 + F_2 . \tag{3}$$

Оценим F_1 и F_2 по отдельности. Используя монотонность функции W имеем

$$F_1 = \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} \frac{u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds}{(W(x) - W(s))^{1-\alpha}} \right)^q dx$$

$$\le \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} \frac{u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds}{(W(x) - W(\varphi(x_{k-1})))^{1-\alpha}} \right)^q dx$$

$$\le \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} \frac{v(x) dx}{(W(x) - W(x_{k-1}))^{q(1-\alpha)}} \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds \right)^q$$

Так как

$$W(x) - W(\varphi(x_{k-1})) = W(x) - \frac{1}{2} \cdot 2^k = W(x) - \frac{1}{2} W(\varphi(x_k))$$
$$\ge W(x) - \frac{1}{2} W(x_k) \ge W(x) - \frac{1}{2} W(x) = \frac{1}{2} W(x)$$

Для $x_k \le x \le x_{k+1}$, то

$$F_1 \le 2^{q(1-\alpha)} \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} \frac{v(x)}{W^{q(1-\alpha)}(x)} \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds \right)^q dx$$

$$<< \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left(\frac{1}{W^{1-\alpha}(x)} \int_0^{\varphi(x)} u(s)W^\beta(s) f(s) w(s) ds \right)^q dx \le \|H_\varphi f\|_{q,v}^q .$$

Отсюда в силу леммы А, получаем

$$F_1 << B_\varphi^q \|f\|_{p,w}^q . \tag{4}$$

Теперь, оценим F_2. Используя неравенство Гельдера и свойства функций u, φ и W, получим

$$F_2 = \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left(\int_{\varphi(x_{k-1})}^{\varphi(x)} \frac{u(s) W^{\beta}(s) f(s) w(s) ds}{\left(W(x) - W(s)\right)^{1-\alpha}} \right)^q dx$$

$$\le \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) \left(\int_{\varphi(x_{k-1})}^{\varphi(x)} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p}} \left(\int_{\varphi(x_{k-1})}^{\varphi(x)} \frac{u^{p'}(s) W^{p'\beta}(s) w(s)}{\left(W(x) - W(s)\right)^{p'(1-\alpha)}} ds \right)^{\frac{q}{p'}} dx$$

$$\le \sum_k \left(\int_{\varphi(x_{k-1})}^{\varphi(x_{k+1})} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p}} u^q(\varphi(x_{k-1})) \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) W^{q\beta}(\varphi(x)) \left(\int_0^{\varphi(x)} \frac{w(s) ds}{\left(W(x) - W(s)\right)^{p'(1-\alpha)}} \right)^{\frac{q}{p'}} dx$$

Применяя следующую замену $W(s) = tW(x)$ и в силу леммы В, имеем

$$F_2 << \sum_k \left(\int_{t_{k-1}}^{t_{k+1}} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p'}} u^q(\varphi(x_{k-1})) \int_{x_k}^{x_{k+1}} v(x) W^{q\beta}(\varphi(x)) \left(\frac{W(\varphi(x))}{W^{p'(1-\alpha)}} \right)^{\frac{q}{p'}} dx$$

$$\le \sum_k \left(\int_{t_{k-1}}^{t_{r+1}} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p'}} u^q(\varphi(x_{k-1})) W^{\left(p'\beta+1\right)\frac{q}{p'}}(\varphi(x_{k+1})) \int_{x_k}^{x_{k+1}} W^{q(1-\alpha)}(x) v(x) dx$$

$$= 2^{2(q\beta+\frac{q}{p'})} \sum_k \left(\int_{t_{k-1}}^{t_{k+1}} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p'}} u^q(\varphi(x_{k-1})) W^{\frac{q}{p'}(p'\beta+1)}(\varphi(x_{k-1})) \int_{x_k}^{x_{k+1}} W^{q(\alpha-1)}(x) v(x) dx$$

$$= 2^{2(q\chi+\frac{q}{p'})} \sum_k \left(\int_{t_{k-1}}^{t_{k+1}} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p'}} u^q(\varphi(x_{k-1})) \left(2^{\left(p'\beta+1\right)(k-1)}\right)^{\frac{q}{p'}} \cdot \int_{x_k}^{x_{k+1}} W^{q(\alpha-1)}(x) v(x) dx$$

$$<< \sum_k \left(\int_{t_{k-1}}^{t_{k+1}} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p}} u^q(\varphi(x_{k-1})) \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} W^{p'\beta}(s) w(s) ds \right)^{\frac{q}{p'}} \int_{x_k}^{x_{k+1}} W^{q(\alpha-1)}(x) v(x) dx$$

$$\le \sum_k \left(\int_{t_{k-1}}^{t_{k+1}} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p}} \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} u^{p'}(s) W^{p'\beta}(s) w(s) ds \right)^{\frac{q}{p'}} \int_{x_k}^{x_{k+1}} W^{q(\alpha-1)}(x) v(x) dx$$

Далее применяя неравенство Гельдера с показателями $\frac{p}{q}$, $\frac{p}{p-q}$, получим

$$F_2 << F_{21}^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_k \int_{t_{k-1}}^{t_{k+1}} \left(f(s)\right)^p w(s) ds \right)^{\frac{q}{p}} << F_{21}^{\frac{p}{p-q}} \cdot \|f\|_{p,w}^q \qquad (5)$$

где

$$F_{21} = \sum_k \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} u^{p'}(s) W^{p'\beta}(s) w(s) ds \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \cdot \left(\int_{x_k}^{x_{k+1}} W^{q(\alpha-1)}(x) v(x) dx \right)^{\frac{p}{p-q}}.$$

Так как

$$\left(\int_{x_k}^{x_{k+1}} W^{q(\alpha-1)}(x) v(x) ds \right)^{\frac{p}{p-q}} << \int_{x_k}^{x_{k+1}} \left(\int_t^{x_{k+1}} W^{q(\alpha-1)}(x) v(x) ds \right)^{\frac{q}{p-q}} W^{q(\alpha-1)}(t) v(t) dt,$$

то

$$F_{21} << \sum_k \cdot \left(\int_0^{\varphi(x_{k-1})} u^{p'}(s) W^{p'\beta}(s) w(s) ds \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \int_{x_k}^{x_{k+1}} \left(\int_t^{x_{k+1}} W^{q(\alpha-1)}(x) v(x) ds \right)^{\frac{q}{p-q}} W^{q(\alpha-1)}(t) v(t) dt \qquad (6)$$

Теперь подставляя (6) в (5) получаем

$$F_2 << B_\varphi^q \cdot \|f\|_{p,w}^q . \qquad (7)$$

Из (3), (4) и (7) имеем

$$\|T_\varphi f\|_{q,v}^q << B_\varphi^q \cdot \|f\|_{p,w}^q .$$

Следовательно $\|T_\varphi\| << B_\varphi$, это оценка вместо с оценкой $\|T_\varphi\| >> B_\varphi$ полученный в необходимой части дает $\|T_\varphi\| \approx B_\varphi$.

Теорема 1 полностью доказана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Abylayeva A. Criterion of the boundedness of a fractional integration type operator with variable upper limit in weighted Lebesgue spaces. International Conference on Analysis and Applied Mathematics (ICAAM 2016) AIP Conf. Proc. 1759, 020088-1–020088-5; doi: 10.1063/1.4959702.

[2] Abylayeva A., Oinarov R., and Persson L.-E. Boundedness and compactness of a class of Hardy type operators. Journal of Inequal. and Appl. (JIA), № 324, 2016.

[3] Абылаева А.М., Ойнаров Р. Критерий ограниченности одного класса операторов дробного интегрирования. Математический журнал, 2004. Том 4, №2 (12) - С. 5-14.

[4] Prokhorov D.V. On the Boundedness and Compactness of a Class of Integral Operators. // J.London Math. Soc. № 2. – 2000. – p. 617-628.

[5] Ойнаров Р. Двусторонние оценки нормы некоторых классов интегральных операторов // Труды МИ РАН. 1993. Т.204, -С.240-250.

[6] Ойнаров Р. Точные оценки интегральных операторов вольтерровского типа // Математический журнал. Алматы. 2001. Т.1, № 1, -С.52-61.

[7] Ойнаров Р Критерий компактности одного класса интегральных операторов вольтерровского типа // Математический журнал. Алматы. 2002. Т.2, № 1, -С.49-56.

[8] Oinarov R. Boundedness and compactness of superposition of fractional integration operators and their applications // Function Spaces, Differential Operators and Nonlinear Analysis: Proceedings: Чехия. 2005. -С.213-235.

[9] Prokhorov D.V., Stepanov V.D., Ushakova E.P. Hardy–Steklov Integral Operators.// Sovrem. Probl. Mat., 22, Steklov Math. Institute of RAS, Moscow, -2016, -186 pp.

Абылаева М., Сейлбеков Б.Н.

$p > q$ үшін бөлшек ретті операторының салмақтық теңсіздігі

Түйіндеме. Қолданбалы есептердегі көптеген қосымшаларға, сондай-ақ математикалық анализдің әр түрлі салаларында үлкен мәнге ие болуына байланысты, қазіргі уақытта бөлшек интеграциясы тұжырымдамасының әртүрлі тәсілдері мен жалпыламалары бар.

Бөлшек ретті интегралдық операторлар анализдің әртүрлі салаларындағы көптеген қосымшаларға байланысты математикада өте маңызды мәнге ие. Қазіргі математикада Риман-Лиувилль, Вейль, Адамар, Лаплас, Эрдей-Кобер операторлары және математикалық талдауда классикалық болып қалған үзіліссіз, дискретті операторлардың басқа түрлері сияқты бөлшек ретті интегралдық операторлардың әртүрлі кластары бар. Бөлшек ретті интегралдық операторлар тақырыбы бойынша көптеген мақалалар, оқулықтар мен монографиялар жазылған. Теориялық және қолданбалы мәселелерде қолайлы қасиеттерге байланысты түрлі бөлшек ретті интегралдық операторлар қолданылады. Сондықтан мұндай операторлардың әртүрлі қасиеттерін анықтайтын көптеген зерттеулер бар, сондай-ақ олардың өзара байланысы. Соңғы жылдары функционалдық кеңістіктегі бөлшек ретті интегралдық операторлар қарқынды түрде зерттелді. Ұсынылған мақалада белгілі Риман-Лиувилль, Вейль, Эрдей-Кобер операторларын қамтитын бөлшек ретті интегралдық операторлардың бір класын қарастырамыз және олардың бір салмақты Лебег кеңістігінен екінші салмақты Лебег кеңістігіне шенелгенділік критерийін аламыз.

Түйін сөздер: Шенелгендік, бөлшек ретті интегралдық, салмақты функциялар.

УДК 681.3

[1]S.N. Boranbayev, [2]A.S. Boranbayev, [3]Y.P. Yatsenko, [4]N.V. Hritonenko, [5]Y.B. Tulebayev
([1,5] L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan
[2] Nazarbayev University, Kazakhstan
[3] Houston Baptist University, USA
[4] Prairie View A & M University, USA
E-mail: [1]sboranba@yandex.kz, [2]aboranbayev@nu.edu.kz,
[3]yyatsenko@hbu.edu, [4]nahritonenko@pvamu.edu, [5]erjay_1501@mail.ru)

MODIFICATIONS OF MODELS AND ALGORITHMS FOR THE RATIONAL EXCHANGE OF EQUIPMENT FOR EXTERNAL NETWORK RESOURCES AT OPTIMUM CHOICE AMONG EXISTING COALITIONS

Abstract: The article is devoted to the development of modifications of models and algorithms for the rational replacement of equipment with external network resources, when the decision of the company management offers the best choice among existing coalitions.

Keywords: Information system, model, modeling, economics, technological update, management.

1. Introduction

Traditional equipment replacement models are based on statistical methods and calculate the required amount of equipment using statistical data on possible equipment failures. Such models usually assume a constant environment and exclude technical progress. In this case, it is advisable to consider the financial and technological aspects of rational updating of the main equipment of the company using modern tools of mathematical economics. In this work, unlike other similar studies, the equipment life is considered as an endogenous variable. In this regard, in order to determine this variable, it is necessary to formulate a hierarchical task of optimizing the equipment upgrade policy.

The article considers two main factors of equipment management in a modern company: technological changes (TI) and external network factors. External network effects (network effects) are studied in the economics of networks, in which it is assumed, for example, that the value of computer equipment increases when more software applications can run on this equipment.

Consider the case when a company that produces a computer-related product or service (hardware or software dealers, application service providers, e-commerce, etc.) makes extensive use of information technology (IT). The problem arises of the optimal choice and replacement of the company's IT capital. The ability to measure and predict the performance of an IT business is critical to the effective use of IT. IT capital is subject to significant network effects, in particular, firm performance and operating costs largely depend on the correct choice of computer hardware platform (PC, UNIX or mainframe). Network effects are relevant in any other industry that has a distribution / repair network, such as telecommunications, the Internet, ATM networks, and so on. Rational management of a single firm in such an economy is required.

It is generally accepted that TI, in technology-oriented industries, embodies all the age-related capabilities of production. Corresponding models are known as vintage capital models (VKM). VKMs are described by Volterra integral equations of a special type. The key problem in VKM is the optimal replacement of obsolete capital in accordance with the existing TI. There is a need to use capital models with an age structure. In fact, such discrete models of optimal replacement of equipment have existed since the 70s of the last century. However, a qualitative analysis was not done due to mathematical difficulties.

Choosing a network coalition is part of the rational management of technology updates at the firm level. However, the static nature of this problem is different from dynamic optimization, which depends on overhauls and the life of the capital. To resolve this contradiction, we propose the construction of a two-level hierarchical optimization problem. Hierarchical optimization includes: (a) the choice of a network coalition (external task) and (b) the dynamic optimization of the replacement of company capital (internal task). These two tasks are interrelated, but under certain conditions they can be solved separately. The solution of an external problem optimizes the choice of a network from several possible fixed options (existing network coalitions). The solution of the internal problem optimizes the investment of the company, the capital structure and the life time of the capital within the framework of VKM. Stationary analysis of the problem reduces the mathematical complexity and focus on the essential features of real-world problems. As a result, important relationships are established between the dynamics of TI and the optimal capital structure.

2. Modifications of models and algorithms for rational replacement of equipment

In problems of rational equipment replacement [1-21], the method of replacing an infinite horizon involves knowledge of the external technological parameters P, A and S on an infinite horizon [0,∞) and defines an infinite optimal sequence of consecutive asset life L_k, k=1,2,…, which minimizes (minimizes) the current value of the total replacement cost compared to [0,∞):

$$PV_\infty(L_1^*, L_2^*, ...) = \min_{L_k, k=1,...;\ 0<L_k\le M} PV_\infty(L_1, L_2, ...)\ , \tag{1}$$

$$PV_\infty(L_1, L_2, ...) = \sum_{k=1}^{\infty} PV_k(L_k, \tau_{k-1}), \tag{2}$$

Unlike optimizing an infinite horizon, other replacement methods work in the case of a limited technological forecast. Namely, we assume that the technological parameters *P(t), A(t,u)* and *S(t,u)* known for $0 \le t \le u \le T < \infty$ on some finite future interval [0, T], where the value of T is not less than the future unknown service life L_1 current asset. To verify this, just accept $T \ge M$.

The Economic Life Method (EL) determines service life L_1, which minimizes the equivalent annual cost of the first asset replacement

$$C_1(L_1) = R(r, L_1) PV_1(L_1, 0)\,. \tag{3}$$

According to the EL method, the first optimal service life EL_1 defined as

$$EL_1 = \arg\min_{0<L\le M} C_1(L)\,. \tag{4}$$

To find the first optimal life (lifetime) EL_1, it is enough to know the functions P(t), S(0, t), and A(0, t) only from the future interval [1, EL_1].

In the general case of non-stationary costs, the EL method gives different optimal lifetimes (lifetimes) EL_1, EL_2,…, for successive replacements k = 1,2,3, ... asset. Search for the first optimal service life (lifetime) EL_1 is the most urgent task in engineering practice.

For clarity, we make the following two assumptions (assumptions) about external technological parameters:

(A) The purchase cost P (t) and the service cost A (t, u) undergo gradual exponential technological improvement at different speeds:

$$P(t) = \overline{P} e^{-c_p t}, \qquad A(t,u) = f(u-t) e^{-c_q t}, \qquad 0 \le t \le u \le T, \tag{5}$$

where function *f (u–t)* describes an arbitrary depreciation profile of an asset with its age *u–t*.

(B) The value of residual value is insignificant for analysis purposes: *S(t,u)*=0.

Theorem 1. With constant costs of assets (not depending on the current time) and an arbitrary age-dependent deterioration f (u), the life of the first asset L_1 the same in the infinite horizon, EL, modified EL, VH and modified VH methods. Second life time (service life) $L_2 = L_1$ n VH and modified VH methods, and $L_k = L_1$ for k = 2,3, ... in the infinite horizon method.

Theorem 2 (proportional exponential technological change). Let $c_p = c_q = c > 0$ in (5) holds over [0, ∞). Then the optimal lifetimes (service life) of the successively replaced asset in the replacement of the infinite horizon (1) - (2) are equal to: $L_k = L^*$, k = 1, 2,…, where L^* found from a nonlinear equation

$$\frac{1 - e^{-(r+c)L}}{r+c} f(L) - e^{-cL} \int_0^L e^{-ru} f(u) du = P e^{-cL}\,. \tag{6}$$

Modified EL and modified VH algorithms produce the same lifetime (life) of the first asset $L_1 = L^*$ и $L_2 = L_1 = L^*$ in the modified VH method. First Asset Life L_1 , obtained by the original EL or VH algorithms is greater than L^* (and $L_2 > L_1$ in VH algorithm).

To comply with the literature on real options, hereinafter we assume that both the maintenance costs C(t, u) and the replacement cost R(t) are subject to an exponential technological change and an exponential age degradation

$$C(t,u) = C_0 e^{-gt} e^{bu}, \qquad R(t) = R_0 e^{-g_R t}, \qquad 0 \le t < \infty, \quad 0 \le u < \infty. \tag{7}$$

The parameters g and g_R are the rates of technological change in the costs of maintenance and replacement, and b> 0 describes the increase in the cost of maintenance with the age of the resource.

We call the exponential technological change (7) for $g = g_R$ proportional. Proportional technological changes mean that both operating costs and replacement costs increase at the same rate

Then the condition for the correspondence of values in terms of □(*v*) becomes

$$\varphi(\bar{v}) = \varphi(1) + e^{(g-g_R)\tau_1} R_0 / C_0 \ , \tag{8}$$

where $\bar{v}$ - the desired threshold value of the new variable *v*. The values $\bar{v}$ and □$_0$ must be determined from (8) and the corresponding condition for smooth bonding.

It can be proved that the stop problem with proportional technological changes provides an accurate solution with an infinite horizon. Indeed, for $g = g_R$, the correspondence condition for values (8) has the form

$$\varphi(\bar{v}) = \varphi(1) + R_0 / C_0 \tag{9}$$

and function value

$$\varphi(v) = \frac{v}{r-b} + \varphi_0 v^{\frac{r+g}{b+g}}$$

same for all consecutive replacements.

Substituting □(*v*) into condition (9), we find the constant □$_0$ and we obtain

$$\varphi(v) = \frac{v}{r-b} - v^{\frac{r+g}{b+g}} \frac{(\bar{v}-1)/(r-b) + R_0 / C_0}{\bar{v}^{\frac{r+g}{b+g}} - 1} \ . \tag{10}$$

Further, the condition of smooth bonding $\varphi'(v) = 0$ and *v* = leads to a nonlinear equation

$$(b+g)\bar{v}^{1-\frac{r+g}{b+g}} = \bar{v}(b-r) + (r+g)[1 + (r-b)R_0 / C_0] \tag{11}$$

in relation to the limit value $\bar{v}$.

Using equation (11), function (10) can be written in a simpler form:

$$\varphi(v) = \frac{1}{r-b}\left[v - \frac{b+g}{r+g} \bar{v}^{\frac{b-r}{b+g}} v^{\frac{r+g}{b+g}} \right]. \tag{12}$$

Now we can substantiate the following statement about the stopping problem with a proportional exponential technological change.

Theorem. Let $g = g_R$, и $r > b$. The decision of the halting problem

$$\bar{x} = C_0 \bar{v}^{b/(b+g)}, \quad \bar{y} = C_0 \bar{v}^{-g/(b+g)}, \quad F = \bar{x}/(r+g), \tag{13}$$

where $\bar{v}$ >1 - the only solution to nonlinear equation (11).

Solving the problem of shutdown with recurrence conditions for matching values in successive replacement cycles

$$\bar{x}_k = \bar{x}(\tau_k) = C_0 \bar{v}^{1-gk/(b+g)} \ , \qquad F_k = \bar{x}_k /(r+g), \qquad k = 1,2,\ldots \ , \tag{14}$$

with the same duration of all replacement cycles $\tau_{k+1} - \tau_k = L = \ln \bar{v}/(b+g)$, $k = 1,2,\ldots$.

The confirmation. This work was carried out in the framework of research grant No. AP05131784 of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2018-2020.

REFERENCES

[1] N.Hritonenko, Yu.Yatsenko, and S.Boranbayev. Environmentally sustainable industrial modernization and resource consumption: Is the Hotelling's rule too steep, Applied Mathematical Modelling, 39, 2015, p.4365–4377.

[2] N.Hritonenko and Yu.Yatsenko, Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment, Series "Mathematical Masterpieces Abroad", vol. 23, Science Press, China, 2006, 210 p. (reprint of the 1stedition of Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999).

[3] N.Hritonenko, Yu.Yatsenko, The dynamics of asset lifetime under technological change,Operations Research Letters, 36, 2008, p.565-568.

[4] N.Hritonenko and Yu.Yatsenko, Technological innovations, economic renovation, and anticipation effects, Journal of Mathematical Economics, 46, 2010, p.1064-1078.

[5] Boranbayev S. Mathematical Model for the Development and Performance of Sustainable Economic Programs, International Journal of Ecology and Development, Vol. 6, No. W07, Winter 2007, p.15-20.

[6] Boranbayev S.N., Hritonenko N.V., Yatsenko Yu.P. Modeling of rational replacement of equipment for economic and technological renewal. Proceedings the V International Scientific and Practical Conference «Intellectual Information and Communication Technologies as Tools for Realization of the third Industrial Revolution Devoted for the Strategy Kazakhstan-2050». - Astana, 2018, pp.212-215.

[7] Boranbayev S.N., Boranbayev A.S., Seitkulov E.N., Nurusheva A.M., Ersakhanov K.B. Modeling of

economic and technological renewal. Proceedings the V International Scientific and Practical Conference «Intellectual Information and Communication Technologies as Tools for Realization of the third Industrial Revolution Devoted for the Strategy Kazakhstan-2050». - Astana, 2018, p.215-218.

[8] Boranbayev S.N., Boranbayev A.S., Seitkulov E.N., Tashtay B.A., Tulebayev E.B. Models and methods for optimal replacement of equipment with the improvement of technology. News of the Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University (Mathematics, Physics, Computer Science Series). 2018, №1 (4), Vol.1, pp.24-27.

[9] Boranbayev S.N., Boranbayev A.S., Yatsenko Yu.P., Hritonenko N.V. Modifications of models and methods of replacing assets with the improvement of technology, limited availability and uncertainty of data. News of the Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University (Mathematics, Physics, Computer Science Series). 2018, №1 (4), Vol. 2, pp.35-38.

[10] A.S. Boranbayev, S.N. Boranbayev, A.M. Nurusheva. Optimal replacement of assets in the simulation of economic and technological renewal. VESTNIK KazNRTU, 2018, №5 (129), pp.324-330.

[11] Yuri Yatsenko, Natali Hritonenko, Seilkhan Boranbayev. Modeling of technological renovation under environmental uncertainty and resource scarcity. Abstracts of papers presented to the American Mathematical Society. Volume 39, Number 1, Issue 191, 2018, P.329.

[12] Al-Chalabi, H., Lundberg, J., Ahmadi, A., Jonsson, A. (2015). Case study: Model for economic lifetime of drilling machines in the Swedish mining industry, The Engineering Economist, 60, 38-154.

[13] Bethuyne, G. (1998). Optimal replacement under variable intensity of utilization and technological progress, Engineering Economist, 43, 85-106.

[14] Büyüktahtakın, I.E., Hartman, J.C. (2016). A mixed-integer programming approach to the parallel replacement problem under technological change, International Journal of Production Research, 54, 680-695.

[15] Christer, A.H., Scarf, P.A. (1994). A robust replacement model with applications to medical equipment, Journal of the Operational Research Society 45, 261-275.

[16] des-Bordes, E., Büyüktahtakın, I.E. (2017). Optimizing capital investments under technological change and deterioration: A case study on MRI machine replacement, The Engineering Economist, 62, 105-131.

[17] Elton, E. J., Gruber, M. J. (1976). On the optimality of an equal life policy for equipment subject to technological improvement, Operational Research Quarterly, 27, 93-99.

[18] Fitzpatrick, A. (2017). Hand me that wrench: farmers and Apple fight over the toolbox, Time, July 3, 2017, 20-21.

[19] Goetz, R., Hritonenko, N., Yatsenko, Yu. (2008). The optimal economic lifetime of vintage capital in the presence of operating cost, technological progress, and learning, Journal of Economic Dynamics and Control, 32, 3032-3053.

[20] Grinyer, P. (1973). The effects of technological change on the economic life of capital equipment, AIIE Transactions, 5, 203-213.

[21] Hartman, J., Tan, C. H. (2014). Equipment replacement analysis: a literature review and directions for future research, The Engineering Economist, 59, 136-153.

Боранбаев С.Н., Боранбаев А.С., Яценко Ю.П., Хритоненко Н.В., Тулебаев Е.Б.

Модификации моделей и алгоритмов для рационального обмена оборудованием для внешних сетевых ресурсов при оптимальном выборе среди существующих коалиций

Аннотация. Статья посвящена разработке модификации моделей и алгоритмов рациональной замены оборудования на внешние сетевые ресурсы, когда решение руководства фирмы предлагает оптимальный выбор среди существующих коалиций.

Ключевые слова: информационная система, модель, моделирование, экономика, технологическое обновление, управление.

Боранбаев С.Н., Боранбаев А.С., Яценко Ю.П., Хритоненко Н.В., Тулебаев Е.Б.

Қолданыстағы коалициялар арасында оңтайлы таңдау жасай отырып, сыртқы желілік ресурстарға жабдықты ұтымды алмасудың модельдері мен алгоритмдерін өзгерту

Түйіндеме. Мақала компания басшылығының шешімімен қолданыстағы коалициялар арасында ең жақсы таңдауды ұсынған кезде сыртқы желілік ресурстармен жабдықты ұтымды ауыстырудың алгоритмдері мен модельдерін жасауға арналған.

Түйін сөздер: ақпараттық жүйе, модель, модельдеу, экономика, технологиялық жаңарту, басқару.

UDC 517.968.78

[1]Kh.I. Usmanov, [1]K.J.Nazarova, [2]A.S. Zhappar
([1]Candidate of physical and mathematical sciences, docent
Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
e-mail: y_kairat@mail.ru, gjnazarova@mail.ru
[2]Master student of the Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
e-mail: armanai.zhappar@mail.ru)

SOLUTIONS OF INTEGRAL-DIFFERENTIAL SYSTEMS CONTAINING A PARAMETER IN EQUATIONS WITH A PULSE BOUNDARY CONDITION BY THE PARAMETERIZATION METHOD

Annotation. For a system of integro - differential equations with parameters in equations, the method of parameterization by parameters was used. Using the properties of the resolvent of the integral equation, the problem is reduced to an integro-differential equation that does not have a derivative on the right side of the equation. Further, on the basis of the parameterization method, algorithms for finding a solution for a system of integro-differential equations with impulse boundary conditions are proposed. By entering new parameters, the problem is reduced to a system of linear equations with respect to the entered parameters and to a special Cauchy problem.

Keywords: System of integral-differential equations, parameter method, parameter, impulse boundary condition, resolvent.

[1]Қ.И. Усманов, [1]К.Ж.Назарова, [2]А.С. Жаппар
([1]Физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент м.а.
Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті
e-mail: y_kairat@mail.ru, gjnazarova@mail.ru
[2]Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті магистранты
e-mail: armanai.zhappar@mail.ru)

ИМПУЛЬСТЫ ШЕТТІК ШАРТТЫ ПАРАМЕТРЛІ ИНТЕГРАЛДЫҚ–ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІН ПАРАМЕТРЛЕУ ӘДІСІМЕН ШЕШУ

Аңдатпа. Импульсті шеттік шартты параметрлі интегралдық дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін параметрлеу әдісі қолданылған. Параметрлеу әдісінің негізінде есептің шешімін табу алгоритмі ұсынылған. Интегралдық теңдеулердің резольвентасының қасиеттерін қолданып, теңдеу оң жағында туындысы жоқ интегралдық дифференциалдық теңдеулерге келтірілген. Әрі қарай, жаңа параметрлерді енгізу арқылы, есеп енгізілген параметрлерге қатысты сызықтық теңдеулер жүйесі мен арнайы Коши есебіне келтірілген. Арнайы Коши есебі мен параметрлі интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі болуының шарттары алынған.

Түйінді сөздер. Интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі, параметрлеу әдісі, параметр, импульсті шеттік шарт, резольвента.

$[0,T]$ кесіндісінде параметрлі интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін параметрлі шеттік есеп қарастырылады.

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \int_0^T K_1(t,s)x(s)ds + \int_0^T K_2(t,s)\dot{x}(s)ds + K_3(t)\mu + f(t),$$

$$t \in [0,T] \setminus \{\theta\}, \theta \in (0,\mathrm{T})\ x \in R^n \tag{1}$$

$$x(0) + x(\mathrm{T}) = 0,\ x(\mathrm{T}) = 1, \tag{2}$$

$$x(\theta - 0) + x(\theta + 0) = p, \quad p \in R^n \tag{3}$$

мұндағы $A(t), K_3(t)$ матрицалары және $f(t)$ вектор-функциясы $[0,T]$ аралығында үзіліссіз, $K_1(t,s)$, $K_2(t,s)$ матрицасы сәйкесінше $[0,T]\times[0,T]$ аралығында үзіліссіз, $\|x\| = \max\limits_{i=1,n}|x_i|$.

$C([0,T],R^n)$ арқылы $[0,T]$ кесіндісінде үзіліссіз $x:[0,T]\to R^n$ функциялар кеңістігін белгілейміз және оның нормасын

$$\|x\|_1=\max_{t\in[0,T]}|x(t)|$$

түрінде анықтаймыз. Интегралдық–дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін екі нүктелі шеттік есептерді шешудің бүгінгі таңдағы өзектілігі ғылым мен техникада туындайтын көптеген мәселерді шешу жолында, бір жағынан қоршаған ортаның әр түрлі жағдайларын зерттеуде интегралдық–дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептер теориясының практикалық қолдануының маңыздылығымен, ал екінші жағынан интегралдық–дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есептердің шешімін құруға мүмкіндік беретін конструктивті әдістерін құру қажеттілігіне байланысты анықталады. Интегралдық -дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер көптеген ғалымдардың еңбектерінде [1]-[13] қарастырылған.

Оң жақ бөлігінде туындысы болмаған жағдайдағы интегро-дифференциалдық теңдеулерді шешудің параметрлеу әдісі [14] жұмысында келтірілген. Импульсті шеттік шартты дифференциалдық теңдеулерге параметрлеу әдісін [15] жұмысында қолданған. Бұл жұмыста оң жағында туындысы қатысқан импульсті шеттік шартты интегралдық- дифференциалдық теңдеулер үшін кері есеп қарастырылған.

Шарт А.

$$z(t)=\int_0^T K_2(t,s)z(s)ds+F(t) \tag{4}$$

Фредгольм тектес интегралдық теңдеу кез-келген $F(t)\in C([0,T],R^n)$ функциясы үшін бірмәнді шешімділі болсын.

Егер А шарты орындалса, онда (1.1.4) Фредгольм тектес теңдеудің $K_2(t,s)$ өзегі үшін $\Gamma_2(t,s;1)$ - резольвентасы табылып, (1.1.4) интегралдық теңдеудің шешімін [16]

$$z^*(t)=F(t)+\int_0^T\Gamma_2(t,s;1)F(s)ds\,,$$

түрінде жазуға болады және ол үшін

$$\|z^*(t)\|_1\le(1+\omega T)\|F(t)\|_1,$$

мұндағы $\omega=\max\limits_{t,s\in[0,T]\times[0,T]}\|\Gamma_2(t,s;1)\|$.

А шартын пайдаланып, (1) - (3) шеттік есебін келесі түрде жаза аламыз

$$\frac{dx}{dt}=A(t)x+\int_0^T K_1(t,s)x(s)ds+K_3(t)\mu+f(t)+$$

$$+\int_0^T\Gamma_2(t,\tau;1)\left[A(\tau)x(\tau)+\int_0^T K_1(\tau,s)x(s)ds+K_3(t)\mu+f(\tau)\right]d\tau\,,$$

$$t\in[0,T]\setminus\{\theta\},\theta\in(0,\mathrm{T}),\ x\in R^n \tag{5}$$

$$x(0)+x(\mathrm{T})=0,\ x(\mathrm{T})=1, \tag{6}$$

$$x(\theta-0)+x(\theta+0)=p\,,\quad p\in R^n \tag{7}$$

Келесі түрлендірулер жасайық

$$\int_0^T \Gamma_2(t,s;1)\int_0^T K_1(\tau,s)x(s)dsd\tau = \int_0^T\int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1)K_1(\tau,s)x(s)dsd\tau = \int_0^T K_{12}(t,s)x(s)ds$$

мұндағы $K_{12}(t,s) = \int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1)K_1(\tau,s)d\tau$ және

$$\tilde{K}_1(t,s) = \Gamma_2(t,\tau;1)A(\tau) + K_{12}(t,s) + K_1(t,s),$$

$$\tilde{K}_3(t) = K_3(t) + \int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1)K_3(\tau)d\tau$$

$$\tilde{f}(t) = f(t) + \int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1)f(\tau)d\tau$$

белгілеулерін енгізсек, онда (5), (6). (7) шеттік есебін келесі түрде жазуға болады

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \int_0^T \tilde{K}_1(t,s)x(s)ds + \tilde{K}_3(t)\mu + \tilde{f}(t),\ t\in[0,T]\setminus\{\theta\},\theta\in(0,\mathrm{T}),\ x\in R^n \quad (8)$$

$$x(0) + x(\mathrm{T}) = 0,\ x(\mathrm{T}) = 1, \quad (9)$$

$$x(\theta-0) + x(\theta+0) = p,\quad p\in R^n \quad (10)$$

(8), (9), (10) шеттік есебіне параметрлеу әдісін қолданайық [15-16].

Кез-келген $l\in N$ санын алып, $[0,T]$ кесіндісін $[0,T) = \bigcup_{r=1}^{2(l+1)}[t_{r-1},t_r)$ аралықтарға бөлейік, мұнда $t_0 = 0,\ t_r = t_{r-1} + \frac{\theta}{l}, r = \overline{1,l}$, $t_r = t_{r-1} + \frac{T-\theta}{l}$, $r = \overline{l+1,2(l+1)}$. $x(t)$ функциясының әрбір $[t_{r-1},t_r),\ r = \overline{1,2(l+1)}$ аралығына сығылуын $x_r(t)$ арқылы белгілейік.

$$\frac{dx_r}{dt} = A(t)x_r + \sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(t,s)x_j(s)ds + \tilde{K}_3(t)\mu + \tilde{f}(t),\ [t_{r-1},t_r) \quad (11)$$

$$x_1(0) + \lim_{t\to T-0} x_{2(l+1)}(t) = 0,\ \lim_{t\to T-0} x_{2(l+1)}(t) = 1 \quad (12)$$

$$\lim_{t\to t_{l+1}-0} x_{l+1}(t) - x_{l+2}(t_{l+1}) = p,\ p\in R^n \quad (13)$$

$$\lim_{t\to t_s-0} x_s(t) = x_{s+1}(\mathrm{t_s})\quad s = \left\{\overline{1,2(\mathrm{l}+1)}\right\}\setminus\{l+1\} \quad (14)$$

шеттік есепке көшеміз, мұнда (13), (14) теңдік-бөліктеудің ішкі нүктесіндегі үзіліссіздік шартын қамтамасыз етеді.

λ_0 арқылы μ параметрін, ал λ_r арқылы $x_r(t)$ функциясының $t = t_{r-1},\ r = \overline{1,2(l+1)}$ нүктесіндегі мәнін белгілеп алайық. Әрбір $[t_{r-1},t_r)$ аралығында $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r,\ r = \overline{1,2(l+1)}$ алмастыруын жасайық. Онда, (11) - (14) есебі келесі шеттік есепке келтіріледі:

$$\frac{du_r}{dt} = A(t)[u_r + \lambda_r] + \sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(t,s)\left[u_j(s) + \lambda_j\right]ds + \tilde{K}_3(t)\lambda_0 + \tilde{f}(t),\ [t_{r-1},t_r) \quad (15)$$

$$u_r(t_{r-1}) = 0,\quad r = \overline{1,2(l+1)} \quad (16)$$

$$x_1(0) + \lim_{t\to T-0} x_{2(l+1)}(t) = 0,\ \lim_{t\to T-0} x_{2(l+1)}(t) = 1 \quad (17)$$

$$\lambda_{l+1} + \lim_{t\to t_{l+1}-0} u_{l+1}(t) - \lambda_{l+2} = p \quad (18)$$

$$\lambda_S + \lim_{t\to t_s-0} u_S(t) = \lambda_{S+1},\ \ s = \left\{\overline{1,2(l+1)}\right\} \setminus \left\{l+1\right\} \tag{19}$$

λ_r параметрінің анықталған мәндерінде (15), (16) есебі төмендегі интегралдық теңдеулер жүйесіне пара-пар:

$$u_r(t) = \int_{t_r}^{t} A(\tau)u_r(\tau)d\tau + \int_{t_r}^{t} A(\tau)d\tau\cdot\lambda_r + \int_{t_r}^{t}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau,s)u_r(s)dsd\tau +$$

$$+\int_{t_r}^{t}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau,s)ds d\tau\cdot\lambda_j + \int_{t_r}^{t}\tilde{K}_3(\tau)d\tau\cdot\lambda_0 + \int_{t_r}^{t}\tilde{f}(\tau)d\tau,\ t\in\left[t_{r-1},t_r\right) \tag{20}$$

(20) - ден $\lim\limits_{t\to t_r-0} u_r(t)$, $r = \overline{1,2(l+1)}$ шекті анықтап, (17) - (19) шарттарына қойсақ, онда λ_r, $r = \overline{0,2(l+1)}$ параметрлеріне қатысты сызықтық теңдеулер жүйесін аламыз.

$$\int_{T-t_{2l+1}}^{T}\tilde{K}_3(\tau)d\tau\cdot\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_{2(l+1)} + \int_{T-t_{2l+1}}^{T}A(\tau)d\tau\cdot\lambda_{2(l+1)} + \int_{T-t_{2l+1}}^{T}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j+1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)\lambda_j(s)dsd\tau +$$
$$= -\int_{T-t_{2l+1}}^{T}\tilde{f}(\tau)d\tau - \int_{T-t_{2l+1}}^{T}A(\tau)u_{2(l+1)}(\tau)d\tau - \int_{T-t_{2l+1}}^{T}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j+1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)u_j(\tau_1)dsd\tau \tag{21}$$

$$\int_{T-t_{2l+1}}^{T}\tilde{K}_3(\tau)d\tau\cdot\lambda_0 + \lambda_{2(l+1)} + \int_{T-t_{2l+1}}^{T}A(\tau)d\tau\cdot\lambda_{2(l+1)} + \int_{T-t_{2l+1}}^{T}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j+1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)\lambda_j(s)dsd\tau +$$
$$= 1 - \int_{T-t_{2l+1}}^{T}\tilde{f}(\tau)d\tau - \int_{T-t_{2l+1}}^{T}A(\tau)u_{2(l+1)}(\tau)d\tau - \int_{T-t_{2l+1}}^{T}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j+1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)u_j(\tau_1)dsd\tau \tag{22}$$

$$\int_{t_{l-1}}^{t_l}\tilde{K}_3(\tau)d\tau\cdot\lambda_0 + \lambda_{l+1} + \int_{t_{l-1}}^{t_l}A(\tau)d\tau\cdot\lambda_{l+1} + \int_{t_{l-1}}^{t_l}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)\lambda_j(s)dsd\tau - \lambda_{l+2} =$$
$$= p - \int_{t_{j-1}}^{t_j}A(\tau)u_{l+1}d\tau - \int_{t_{j-1}}^{t_j}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)u_j(s)dsd\tau - \int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{f}(\tau)d\tau,\ \ p = \overline{1,l+1} \tag{23}$$

$$\int_{t_{s-1}}^{t_s}\tilde{K}_3(\tau)d\tau\cdot\lambda_0 + \lambda_S + \int_{t_{s-1}}^{t_s}A(\tau)\lambda_s d\tau + \int_{t_{s-1}}^{t_s}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)\lambda_j(s)dsd\tau - \lambda_{s+1} =$$
$$= -\int_{t_{s-1}}^{t_s}A(\tau)u_S d\tau - \int_{t_{s-1}}^{t_s}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}\tilde{K}_1(\tau,s)u_j(s)dsd\tau - \int_{t_{s-1}}^{t_s}\tilde{f}(\tau)d\tau\ \ \ s = \left\{\overline{1,2(l+1)}\right\} \setminus \left\{l+1\right\} \tag{24}$$

(21) - (24) теңдеулер жүйесінің $\lambda_r, r = \overline{0,2(l+1)}$ қатысты сол жағындағы матрицаны $Q(h)$-деп белгілейік, ал оң жағындағы $\tilde{f}(t)$ сәйкес интегралдарды $F(h)$, $u_r(t)$ мүшелері бар интегралдарды $G(u,h)$-деп белгілейік, яғни

$$F(h) = \left(\tilde{f}_{2(l+1)}, \tilde{f}_1, \tilde{f}_2, ..., \tilde{f}_{2(l+1)-1}\right)'$$
$$G(u,h) = \left(G_{2(l+1)}(u,h), G_1(u,h), ..., G_{2(l+1)-1}(u,h)\right),$$

мұндағы

$$G_p(u,h)=\int_{t_{p-1}}^{t_p}A(\tau)u_p(\tau)d\tau+\int_{t_{p-1}}^{t_p}\sum_{j=1}^{2(l+1)}\int_{t_{j-1}}^{t_j}K_1(\tau,s)u_j(s)dsd\tau,\ f_p=\int_{t_{p-1}}^{t_p}f(\tau)d\tau,\ p=\overline{1,2(l+1)}.$$

Сонда, (21) - (24) сызықтық теңдеулер жүйесін келесі түрде жазуға болады:

$$Q(l)\lambda=-F(h)-G(u,h) \tag{25}$$

Сонымен, $(\lambda,u[t])$ жұптарын табу үшін (20) , (25) тұйық жүйе аламыз және оны келесі алгоритм бойынша шешеміз.

0-қадам. а) $Q(\mathrm{h})$ матрицасының кері матрицасы бар деп есептеп, $Q(\mathrm{h})\lambda=-F(h)$ теңдеулер жүйесінен $\lambda^{(0)}=\left(\lambda_0^{(0)},\lambda_1^{(0)},\lambda_2^{(0)},...,\lambda_{2(l+1)}^{(0)}\right)\in R^{n(2l+3)}$ параметрлерінің алғашқы жуықтауын анықтаймыз: $\lambda=-\left[Q(\mathrm{h})\right]^{-1}F(h)$.

б) табылған $\lambda_r^{(0)},\ r=\overline{0,2n(l+1)}$ мәндерін (15) интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің оң жағына қойып, (16) шартпен арнайы Коши есебінің $u^{(0)}[t]=\left(u_1^{(0)}(t),u_2^{(0)}(t),...,u_{2(l+1)}^{(0)}(t)\right)'$ шешімін анықтаймыз.

1-қадам. а) табылған $u_r^{(0)},\ r=\overline{0,2n(l+1)}$ мәндерін (25) теңдеулер жүйесіне қойып және $Q(\mathrm{h})$ матрицасының кері матрицасы болатындығын ескеріп, $Q(\mathrm{h})\lambda=-F(h)-G(u^{(0)},h)$ теңдеулер жүйесінен $\lambda^{(1)}=\left(\lambda_0^{(1)},\lambda_1^{(1)},\lambda_2^{(1)},...,\lambda_{2(l+1)}^{(1)}\right)'$ мәндерін анықтаймыз.

б) табылған $\lambda_r^{(1)},\ r=\overline{0,2n(l+1)}$ мәндерін (15) интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің оң жағына қойып, (16) шартпен бірге арнайы Коши есебінің $u^{(1)}[t]=\left(u_1^{(1)}(t),u_2^{(1)}(t),...,u_{2(l+1)}^{(1)}(t)\right)'$ шешімін анықтаймыз.

Процесті жалғастыра отырып, k-шы қадамда $\left(\lambda^{(k)},u^{(k)}[t]\right)$, $k=0,1,...$ жұптарының жүйесін анықтаймыз.

Теорема 1. *Егер А шарты мен*

$$\delta(h)=e^{\alpha h}h[(1+\omega T)(\alpha+\beta_1 T)-\alpha]<1,$$

шарты орындалса, мұнда $\alpha=\max_{t\in[0,T]}\|A(t)\|$, $\beta_1=\max_{(t,s)\in[0,T]\times[0,T]}\|K_1(t,s)\|$, $h=max\left(\frac{\theta}{l},\frac{T-\theta}{l}\right)$,

α,β_1*-const.*

Онда (15),(16) арнайы Коши есебінің жалғыз шешімі болады.

Коши есебінің бірмәнді шешімділігінің негізінде, (1), (2) есебінің шешімділігінің қажетті шартын аламыз.

Теорема 2. *Егер 1 теореманың шарттары орындалса және* $Q(h)$ *матрицасының кері матрицасы бар болып келесі шарттар орындалса*

$$\|[Q(h)]^{-1}\|\le\gamma(h),$$

$$q(h)=\gamma(h)(1+\omega T)(\alpha+\beta_1 T)\frac{e^{\alpha h}-1+\delta(h)}{1-\delta(h)}h<1,$$

Онда (1), (2) импульсті шеттік есептің жалғыз шешімі болады.

Теореманың дәлелдеуі А шартын ескере отырып, [17] жұмыстың 3 теоремасының дәлелдеуіне сәйкес жүргізіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] M. Turkyilmazoglu. An effective approach for numerical solutions of high-order Fredholm integro-differential equations // Applied Mathematics and Computation. - 2014. - V. 227. - P.384-398.

[2] H. Du, G. Zhao, Ch. Zhao, Reproducing kernel method for solving Fredholm integro-differential equations with weakly singularity. J. Comput. Appl. Math. 255 (2014), pp. 122-132

[3] T. K. Yuldashev, "A Double Inverse Problem for Fredholm Integro-Differential Equation of Elliptic Type", *Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki [J. Samara State Tech. Univ., Ser. Phys. Math. Sci.]*, 2(35) (2014), 39–49

[4] T. K. Yuldashev, "Inverse Problem for a Fredholm Third Order Partial Integro-differential Equation", *Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki [J. Samara State Tech. Univ., Ser. Phys. Math. Sci.]*, 1(34) (2014), 56–65

[5] Dzhumabaev D.S., Necessary and Sufficient Conditions for the Solvability of Linear Boundary-value Problems for the Fredholm Integro-Differential Equation. Ukr.Math.J. 66 (2015), pp. 1200-1219.

[6] Dzhumabaev D.S., On one approach to solve the linear boundary value problems for Fredholm integro-differential equations. Journal of Computational and Applied Mathematics. 294(2016), pp. 342-357.

[7] Dzhumabaev D.S. Computational methods of solving the boundary value problems for the loaded differential and Fredholm integro-differential equations // Mathematical Methods in the Applied Sciences. 41(2018), No 4, pp. 1439-1462. Thomson Reuters IF 1.017

[8] Dzhumabaev D.S. New general solutions to linear Fredholm integro-differential equations and their applications on solving the boundary value problems // Journal of Computational and Applied Mathematics, 327(2018), No 1, pp. 79-108. Thomson Reuters IF 1.357

[9] Dzhumabaev D.S. Well-posedness of nonlocal boundary value problem for a system of loaded hyperbolic equations and an algorithm for finding its solution // Journal of Mathematical Analysis and Applications. 461(2018), No 1, pp. 817-836. Thomson Reuters IF 1.064

[10] T. K. Yuldashev, "О разрешимости одной краевой задачи для обыкновенного интегродифференциального уравнения Фредгольма с вырожденным ядром", *Zh. Vychisl. Mat. Mat. Fiz.*, 59:2 (2019), 252–263

[11] N. Kuznetsov, "The floating-body problem: an integro-differential equation without irregular frequencies", *Алгебра и анализ*, 31:3 (2019), 170–183

[12] V. V. Vlasov, N. A. Rautian, "Properties of solutions of integro-differential equations arising in heat and mass transfer theory", Tr. Mosk. Mat. Obs., 75, no. 2, MCCME, M., 2014, 219–243; *Trans. Moscow Math. Soc.*, 75 (2014), 185–204

[13] S. K. Zaripov, "A new solution for one-class model integro-differential equations of first order with singularity in the kernel", *Mathematical Physics and Computer Simulation*, 20:4 (2017), 68–75

[14] Джумабаев Д.С. Об одном методе решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения // Журнал вычисл. матем. и матем. физ. 2010. Т. 50. № 7. С. 1209-1221.

[15] Тлеулесова А.Б. Об однозначной разрешимости двухточечной краевой задачи с импульсным воздействием // Математический журнал. -Алматы, 2004. –Т-4., №4- С.93 – 102

[16] Вольтерра В. Теория функционалов, интегральных и интегро-дифференциальных уравнений. М., 1982, -304 с.

[17] Бакирова Э.А. Корректная разрешимость линейной двухточечной краевой задачи для систем интегро-дифференциальных уравнений: афтореф. канд. ф.-м.н.: 01.01.02.-Алматы: ИМ МОН РК, 2006. 20-с.

Усманов Қ.И., Назарова К.Ж., Жаппар А.С.

Решения систем интегрально-дифференциальных содердащее параметр в уравнений с импульсным каевым условнием методом параметризации

Аннотация. Для системы интегро - дифференциальных уравнений с параметрами в уравнений был использован метод параметризации параметрами. Используя свойства резольвенты интегрального уравнения задача сводится к интегро-дифференциальному уравнению, не имеющую производную в правой части уравнения. Далее, на основе метода параметризации предложен алгоритмы нахождения решения для системы интегро-дифференциальных уравнений с импульсными краевыми условиями. Введя новые параметры, задача сведена к системе линейных уравнений относительно введенных параметров и к специальной задаче Коши.

Ключевые слова: Система интегрально-дифференциальных уравнений, метод параметра, параметр, импульсное краевое условие, резольвента.

УДК 536.9

T.K. Kassenova, P.Yu. Tsyba, O.V. Razina

INVESTIGATION OF THE COUPLING OF THE TEN-VERTEX MODEL WITH JONES POLYNOMIALS

Abstract: Knots are closed non-self-intersecting curves in three-dimensional space. To classify them, you need to specify a quantitative description, which is called the "knot invariant". There are many invariants of them - well-known invariants are: Alexander polynomials, Jones polynomials, Kauffman polynomials and HOMFLY-PT. The Yang-Baxter operator is the main tool that connects the theory of exactly solvable models with the knot theory. The paper shows the coupling between the Jones polynomials (five-leafed) and the ten-vertex model of statistical mechanics, which is carried out using the commuting transfer-matrix transition, as a result of transformations that violate the symmetry of the elements.

Key words: knots, braid matrices, Yang - Baxter equation, Jones polynomials, ten-vertex model

[1]Т.К. Касенова, [2]П.Ю. Цыба, О.В. Разина
(Евразийский Национальный университет им. Л.Н.Гумилева,
Нур - Султан, Казахстан)
[1]kasenova.tolkyn@bk.ru, [2]pyotrtsyba@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ДЕСЯТИВЕРШИННОЙ МОДЕЛИ С ПОЛИНОМОМ ДЖОНСА

Аннотация: Узлы являются замкнутыми несамопересекающимися кривыми в трехмерном пространстве. Чтобы их классифицировать, нужно задать количественное описание, которое называется "инвариантом узла". Существует множество инвариантов из них – хорошо известными инвариантами являются: полином Александера, полином Джонса, полиномы Кауффмана и ХОМФЛИ-ПТ. Оператор Янга-Бакстера является основным инструментом, который связывает теорию точно решаемых моделей с теорией узлов. В работе показана связь между полиномом Джонса b_1^5 (пятилистником) и десятивершинной моделью статистической механики, которая осуществляется с использованием перехода коммутирующей трансфер-матрицы, в результате преобразований нарушающих симметрию элементов.

Ключевые слова: узлы, матрица кос, уравнение Янга-Бакстера, полином Джонса, десятивершинная модель.

1. Введение

Связь между теорией узлов и статистической механикой была впервые определена Джонсом [1]. В своем выводе полинома, Джонс отметил сходство используемой им алгебры фон Неймана с алгеброй, встречающейся в формулировке Темперли-Либа, примером которого является модель Поттса [2]. В 1986 году раскрыта прямая связь между двумя несвязанными пространствами, когда Кауффман [3] произвел удивительно простой вывод полинома Джонса, используя схематическое определение скобочного полинома. Спустя время после этого Джонс исследовал вывод полинома ХОМФЛИ с использованием подхода вершинной модели. Связь теории узлов со статистической механикой была углублена для включения спиновых моделей Джонсом [4]. В частности, Джонс ввел угловые зависимости в вершинных моделях, характеризуемых локальными весами.

В конце XX века в математической теории узлов и зацеплений произошло бурное развитие – открытие новых инвариантов узлов [5-7] и их связь с моделями статистической механики [3,4]. Изученная связь со статистической механикой позволила дать простую и прямую формулировку инвариантов узлов, что является давней фундаментальной проблемой в теории узлов [8]. Хотя инварианты узлов теперь можно анализировать с помощью групп кос и понимать в рамках квантовых групп [9], исследования методами статистической механики остаются простыми и элементарными. Однако, несмотря на свою простоту и пользу, связь инвариантов узлов со статистической механикой остается в значительной степени неизвестной темой для физиков. Решеточные модели – это математические модели физических систем, определенные на решетках. В то время как в реальном мире мы имеем дело с регулярными решетками бесконечного размера, многие результаты по моделям решеток также справедливы для произвольных конечных решеток. Именно эти последние результаты полезны в теории узлов. В решеточных моделях является интересным вычисление статистической суммы

$$Z = \sum W,$$

(1)

где суммирование берется по всем спинам (или ребру) состояния, а W – фактор Больцмана, определенный для каждой конфигурации спиновых (или граничных) состояний. В вершинных моделях больцмановский вес в формуле (1) берется как произведение весов отдельных вершин, а статистическая сумма записывется в виде

$$Z_{вершины}(\omega) = \sum_{\{\text{на ребре}\}} \prod_{i=1}^{N} \omega_i \,, \tag{2}$$

где ω_i, вес i – й вершины, являющийся функцией спиновых состояний его четырех смежных ребер.

Факторы Больцмана обычно носят локальный характер, то есть они могут разлагаться на произведение факторов, каждый из которых зависит от состояния нескольких спинов (ребер), расположенных в непосредственной близости. В статистической механике дополнительно вычисляются термодинамические свойства путем взятия производной статистической суммы для бесконечных решеток. Однако в теории узлов речь идет в основном о статистической сумме. Метод получения инвариантов узлов с использованием статистической механики заключается в следующем: для каждого данного узла строится двумерная решетка. Затем нужно построить решеточные модели на решетке так, чтобы статистическая сумма была идентична для решеток, построенных из эквивалентных узлов. Тогда по определению статистическая сумма является инвариантом узла [10].

Хотя основы данного направления теоретической физики заложены более 20 лет назад развитие направления исследования продолжается и углубляется, это можно видеть по работам, представленным в зарубежных журналах. К примеру, как в работе [11] исследованы хорошо известные инварианты узлов, где рассмотрены неэквивалентные узлы, имеющие одни и те же полиномы. В этом смысле эти хорошо известные полиномиальные инварианты не дают один в один отображения на неэквивалентные узлы. Эта актуальная «проблема классификации узлов», которая требует радикального подхода. В статье [12] рассмотрено построение представлений генераторов групп кос из вершинных моделей N – состояний обеспечивающих отличный способ изучения инвариантов узлов и зацеплений. Используя такое представление группы кос, была выдвинута алгебраическая формула для инвариантов зацепления, когда один и тот же спин $\frac{(N-1)}{2}$ размещен на всех узлах компонента. В статье изучены разноцветные инварианты зацеплений, где узлы-компоненты несут разные спины. Показана формула инварианта разноцветных зацеплений в терминах генераторов кос, полученных из R матриц двухчастичных вершинных моделей. Также в работе [13] получены для класса многопараметрических статистических моделей на основе матриц кос $N^2 \times N^2$ собственные значения матрицы переноса $T^{(r)}$ для всех (r, N). Для всех N получены обратные преобразования Кэли для матрицы Янга-Бакстера, соответствующие матрицам кос, которые обеспечивают потенциалы для разложимых S -матриц.

В последующей работе [14] изучены решения уравнения Янга-Бакстера, связанные с девятнадцатью вершинными моделями, определен вид алгебраических кривых, ограничивающих соответствующие больцмановские веса и выявлено, что они обладают универсальной структурой. Также в [15] изучена связь статсуммы модели Поттса с полиномом Тутте, в работе [16] охарактеризованы инварианты виртуальных зацеплений, которые являются статистической суммой вершинных моделей (также они были рассмотрены Лагарпом и Джонсом), как в реальном, так и в комплексном случае, в [17] получена восьмивершинная модель статистической механики над алгеброй Грассмана с применением 3 -симплексного уравнения Янга-Бакстера. В статье [18] методом параметризации построена трансфер-матрица больцмановских весов десятивершинной модели, используя операторы квантовой матрицы монодромии, вычислены собственное состояние и собственное значение трансфер-матрицы.

В работе [19] выяснено, что обмен одинаковыми частицами – это простой математический метод, который учитывает наличие двух классов частиц в нашем трехмерном мире, а именно, бозоны и фермионы. Фактически вышеприведенная теория подтверждает экспериментальное наблюдение того, что система идентичных атомов гелия He^3 ведет себя иначе, чем система идентичных атомов He^4 (изотоп) в процессе рассеяния.

В данной статье представлена общая теория построения полинома узла из десятивершинной модели. В секции 2 представлен общий принцип работы создания представления группы кос, из больцмановских весов удовлетворяющих соотношению Янга-Бакстера, которое аналогично

трилинейному соотношению, появляющийся в контексте интегрируемых вершинных моделей с использованием узла пятилистника. В секции 3 рассмотрена статистическая механическая модель с целью построения представления группы кос. Это позволяет непосредственно вычислять полином узла, постулируя подходящую операцию взятия следа на элементах группы кос, которые остаются неизменными при марковских движениях. Объясняется матричное представление генераторов кос из десятивершинной модели. В секции 4 кратко изложены существенная особенность узла и вычисление полинома пятилистника. Используя веса Больцмана, соответствующие десятивершинной модели, рассмотрено представление группы кос и построение полинома Джонса.

2. Узлы из кос

Узлы могут быть построены из заплетенных кос. Возьмем n одинаковых частиц на плоскости, между i-й и $i+1$-частицами которых существуют две независимые частицы [19]. В действительности, замены по часовой и против часовой стрелки обозначены стрелкой вверх и вниз соответственно. Математически, узлы из кос мы обозначим как b_i по часовой стрелке и обратным элементом b_i^{-1} для замены против часовой стрелки. Любая произвольная замена задается выражением, содержащим b_i и их обратные. Эти b_i называют генераторами группы B_n, обычно известной как группа кос. Все выражения в косе не являются независимыми и подчиняются следующим определяющим отношениям:

$$b_i b_j = b_j b_i \text{ если } |\mathrm{i}-\mathrm{j}|>1,\ b_i b_{i+1} b_i = b_{i+1} b_i b_{i+1} \tag{3}$$

Узлы могут быть получены из кос путем идентификации начального состояния n идентичных частиц перед заменой, с конечным состоянием этих частиц после замены (также известного как замыкание), что обозначают как взятие следа операции кос. Далее будут рассмотрены представления группы кос из вершинной модели и формулы, позволяющей вычислять инварианта узла [11].

3. Вершинная модель

Исследуем построение представления группы кос из больцмановских весов десятивершинной модели. Для полноты приведем в таблице 1 ненулевые больцмановские веса для этой модели после наложения симметрии (справедливой в отсутствие внешнего поля) $\omega(\mu_1\alpha_1|\beta_1\mu_2)=\omega(-\mu_1,-\alpha_1|-\beta_1,-\mu_2)$,

Таблица 1. **Ненулевые больцмановские веса**

$\mu_1\ \alpha_1/\beta_1\ \mu_2$	++	- +	+-	+-	--
++	a	g	0	0	d
- +	0	c	b	b	0
+-	0	b	c	c	0
+-	0	b	c	c	0
- -	d	0	0	g	a

где задана явная форма a,b,c,d,g с точки зрения энергий ε_i при температуре $\mathrm{T}=\frac{\beta^{-1}}{k_B}$, k_B – постоянная Больцмана

$$\omega_1=(++|++)=\omega_2(--|--)=a=\exp(-\varepsilon_1\beta), \tag{4.1}$$

$$\omega_3=(-+|+-)=\omega_4(+-|-+)=b=\exp(-\varepsilon_2\beta), \tag{4.2}$$

$$\omega_5=(+-|+-)=\omega_6(-+|-+)=c=\exp(-\varepsilon_3\beta), \tag{4.3}$$

$$\omega_7=(++|--)=\omega_8(--|++)=d=\exp(-\varepsilon_4\beta), \tag{4.4}$$

$$\omega_9=(-+|++)=\omega_{10}(+-|--)=g=\exp(-\varepsilon_5\beta). \tag{4.5}$$

Формально статистическая сумма Z, описывающая вершинную модель, будет иметь вид

$$Z=\sum_i e^{-\beta E_i},$$

где i – это суммирование по всем возможным конфигурациям спиновых состояний $\pm\frac{1}{2}$ на ребрах, а

E_i – энергия i – й конфигурации. Эквивалентно, можно ввести трансфер-матрицу $V_{\alpha\beta}$ в строку

$$V_{\alpha\beta} = \sum_{\mu_1\mu_2\ldots\mu_N} \omega(\mu_1\alpha_1 \mid \beta_1\mu_2)\omega(\mu_2\alpha_2 \mid \beta_2\mu_3)\ldots$$

переписать Z как

$$Z = \sum_{\alpha_1^1\alpha_2^1\ldots\alpha_N^1} V\alpha^1\alpha^2 V\alpha^2\alpha^2\ldots V_{\alpha^N\alpha^1} = Tr(V^N) = \lambda_{\max}^N,$$

где u – максимальное собственное значение трансфер-матрицы V. Попытка найти собственные векторы и собственные значения матрицы переноса показывает, что больцмановские веса параметризуются следующим образом [3]

$$a:b:c:d:g = \sinh(\lambda-u):\sinh(\lambda):\sinh(\lambda+u):\sin(\lambda)\sinh(u-\lambda):\sinh(2\lambda)\sinh(u),$$

где решения для собственных векторов зависят от

$$\Delta = \frac{(a^2-b^2+c^2)}{(2ac)} = -\cosh(\lambda). \qquad (5)$$

Это дает свободу выбора в бесконечном числе трансфер-матрицы $V(u)$, параметризованных u, имеющих одинаковые собственные векторы. Параметр u обычно называют спектральным параметром. Эквивалентно, можно заметить, что существует бесконечное семейство коммутирующих трансфер-матриц

$$V(u)V(\upsilon) = V(\upsilon)V(u). \qquad (6)$$

Вышеупомянутое коммутативное условие на трансфер-матрице учитывает соотношение треугольника, включающее больцмановские веса [20], известное как уравнение Янга-Бакстера

$$X_{i+1}(u)X_i(u+\upsilon)X_{i+1}(\upsilon) = X_i(\upsilon)X_{i+1}(u+\upsilon)X_i(u), \qquad (7)$$

где $X_i(u)$ – оператор Янга-Бакстера, в терминах больцмановских весов

$$(X_i)_{\alpha\beta} = \delta_{\alpha_1\beta_1}\delta_{\alpha_2\beta_2}\ldots\omega(\alpha_1,\alpha_{i+1} \mid \beta_1\beta_{i+1})\delta_{\alpha_{i+2}\beta_{i+2}}\ldots.$$

Интересно, что уравнение Янга-Бакстера (7) напоминает соотношение групп кос (3), если убрать зависимость от спектрального параметра. Нам нужно взять подходящий предел спектральных параметров и проверить, приближается ли оператор Янга-Бакстера к конечному значению. Взяв предел $u,\upsilon,u+\upsilon\to\infty$ для оператора Янга-Бакстера $X_i(u)$, нам нужно получить конечный оператор

$$\lim_{u\to\infty} X_i(u) = b_i,$$

где b_i – генератор группы кос. Чтобы достичь такого конечного оператора b_i, мы выполняем следующую асимметризацию на весах Больцмана

$$\tilde{\omega}(\alpha_1,\alpha_2 \mid \beta_1\beta_2) = \exp\{\mu u(\alpha_2-\alpha_1-\beta_1+\beta_2)\}\omega(\alpha_1,\alpha_2 \mid \beta_1\beta_2), \qquad (8)$$

что удовлетворяет уравнению Янга-Бакстера (7). Выберем подходящий параметр для того, чтобы получить конечное число b_i, поскольку спектральный параметр стремится к бесконечности. В таблице 2 показаны новые больцмановские веса $\tilde{\omega}(\alpha_1,\alpha_2 \mid \beta_1\beta_2)$, полученные с использованием условия асимметризации.

Таблица 2. **Новые больцмановские веса при использовании условий асимметризации**

$\alpha_1\,\alpha_2/\beta_1\,\beta_2$	++	- +	+-	+-	--
++	a	g	0	0	d
- +	0	c	$\tilde{c}_2$	$\tilde{c}_2$	0
+-	0	$\tilde{c}_1$	c	c	0
+-	0	$\tilde{c}_1$	c	c	0
- -	d	0	0	g	a

Где $\tilde{c}_1 = b\exp\{-2\mu u\}$, $\tilde{c}_2 = b\exp\{2\mu u\}$. Принимая $u \to \infty$, $\mu = \frac{1}{2}$ и $\exp(2\lambda) = q$ подходящую нормировку, получим следующий конечный предел для весов Больцмана

$$\lim_{u\to\infty} \frac{\omega(\alpha_1,\alpha_2 \mid \beta_1\beta_2)}{\omega(++|++)} = \sigma(\alpha_1,\alpha_2 \mid \beta_1\beta_2),$$

который приведен в матрице ниже

$$\sigma(\alpha_1,\alpha_2 \mid \beta_1\beta_2) = \begin{bmatrix} \alpha_1\alpha_2 \setminus \beta_1\beta_2 & ++ & -+ & +- & +- & -- \\ -+ & 1 & \frac{1}{2}(-\sqrt{q+q^{\frac{3}{2}}}) & 0 & 0 & \frac{-1+q}{2\sqrt{q}} \\ -+ & 0 & 0 & \sqrt{q} & \sqrt{q} & 0 \\ +- & 0 & \sqrt{q} & -1+q & -1+q & 0 \\ +- & 0 & \sqrt{q} & -1+q & -1+q & 0 \\ -- & \frac{-1+q}{2\sqrt{q}} & 0 & 0 & \frac{1}{2}(-\sqrt{q+q^{\frac{3}{2}}}) & 1 \end{bmatrix}.$$

Вышеприведенная матрица 5×5 удовлетворяет следующему соотношению

$$\sigma^2 = (1-q)\sigma + q. \tag{9}$$

Мы можем определить генераторы оплетки b_i, включающие σ - матрицы

$$b_i = \lim_{u\to0} X_i(u) = I\otimes I\ldots\otimes I_{i-1}\otimes\sigma_{5\times5}\otimes I_{i+2}\otimes\ldots. \tag{10}$$

Из приведенных выше двух уравнений можно вывести

$$b_i^2 = (1-q)b_i + qI,$$

применяя это отношение к любому пересечению узла, нарисованного как закрытие косы, воспроизведем скейн-соотношение

$$a^{-1}P(K_+) - a(K_-) = (q^{\frac{1}{2}} - q^{-\frac{1}{2}})P(K_0), \tag{11}$$

дающее полином Джонса. До сих пор мы рассмотрели вывод матричного представления для генератора группы кос из больцмановских весов десятивершинной модели. Мы хотели бы попытаться напрямую построить полиномиальный инвариант для узла, не прибегая к подходу связывания кос. В основном, алгебраическая формула для узлов, полученные из кос, должна быть написана так, чтобы формула не изменялась, когда мы выполняем марковские движения I и II. Для выражения кос $A\in B_n$ следующая алгебраическая формула $\alpha(A)$ учитывает марковские движения и, следовательно, может называться инвариантом узла [21]

$$\alpha(A) = (\tau\bar{\tau})^{-(n-1)}(\frac{\bar{\tau}}{\tau})^{(\frac{e}{2})}\phi(A), \tag{12}$$

где e – сумма экспоненциальной суммой числа b_i, используемого в выражении кос A, $\tau = \frac{1}{(1+q)}$, $\bar{\tau} = \frac{q}{(1+q)}$ и $\phi(A)$ след Маркова. Он может быть вычислен как

$$\phi(A) = \mathrm{Tr}\{HA\}, \tag{13}$$

где H - тензорное произведение 5×5 матрицы h

$$H = \underbrace{h\otimes h\otimes h\otimes\ldots h}_{n}$$

с элементами матрицы h записываемыми следующим образом

$$h = \frac{1}{1+q+q^2+q^3+q^4}\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & q & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & q^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & q^3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & q^4 \end{pmatrix}.$$

4. Полином узла

Изучим и сравним полином некоторого узла, к примеру как в теории узлов, известных как «печать Соломона» или пятилистник, получаемых при закрытии двухниточной оплетки. Таким образом, у нас будет только генератор $b_1 \in B_{n=2}$ для вычисления $\alpha(A)$, где $A \in B_{n=2}$. Для группы кос B_2, $b_1 \equiv \sigma$

$$b_1 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2}(-\sqrt{q+q^{\frac{3}{2}}}) & 0 & 0 & \frac{-1+q}{2\sqrt{q}} \\ 0 & 0 & \sqrt{q} & \sqrt{q} & 0 \\ 0 & \sqrt{q} & -1+q & -1+q & 0 \\ 0 & \sqrt{q} & -1+q & -1+q & 0 \\ \frac{-1+q}{2\sqrt{q}} & 0 & 0 & \frac{1}{2}(-\sqrt{q+q^{\frac{3}{2}}}) & 1 \end{bmatrix}.$$

Для пятилистника, выражение для косы определяется из b_1^5, тогда $e=5$. В этом случае возможно записать матрицу определяющую выражения для косы b_1^5. Умножим матрицу b_1^5 на $H = h \otimes h$, где диагональные элементы равны

$$H_{ii} = \{\frac{1}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^2}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^3}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^4}{(1+q^2+q^3+q^4)^2},$$
$$\frac{q}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^2}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^3}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^4}{(1+q^2+q^3+q^4)^2} \frac{q^5}{(1+q^2+q^3+q^4)^2},$$
$$\frac{q^2}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^3}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^4}{(1+q^2+q^3+q^4)^2} \frac{q^5}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^6}{(1+q^2+q^3+q^4)^2},$$
$$\frac{q^3}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^4}{(1+q^2+q^3+q^4)^2} \frac{q^5}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^6}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^7}{(1+q^2+q^3+q^4)^2},$$
$$\frac{q^4}{(1+q^2+q^3+q^4)^2} \frac{q^5}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^6}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^7}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}, \frac{q^8}{(1+q^2+q^3+q^4)^2}\}$$

,

$H_{ij} = 0$, где $H_{ii} = \{H_{11}, H_{22}, H_{33}, \ldots, H_{2525}\}$. Тензорное произведение h даст матрицу 25×25, след которой даст $\phi(b_1^5)$. В результате получено выражение полинома Джонса для узла типа пятилистник

$$\alpha(b_1^5) = -q^2 + 3q^3 - 3q^4 + q^5. \quad (14)$$

В этой статье исследовано построение представления группы кос с использованием коэффициентов весов Больцмана десятивершинной модели N – состояний. В том числе, изучено матричное представление генераторов кос из десятивершинной модели. Используя алгебраическую формулу (12) для инвариантов узлов, вычислен полином Джонса для узла b_1^5. Исследована связь между инвариантами теории узлов и десятивершинной моделью статистической механики, с использованием перехода коммутирующей трансфер-матрицы, включающей больцмановские веса в матрицу кос.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jones V.F.R. A polynomial invariant for links via von Neumann algebras //Bull. Am. Math. Soc. -1985. - Vol.12. P. 103-112.

[2] Temperley H.N.V. and Lieb E.H. Relations between the percolation and colouring problem and other graph theoretical problems associated with regular planar lattice: some exact results for the percolation problem // Proc. R. Soc. London A 322.- 1971.-Vol.322. - P.251-280.

[3] Kauffman L.H. State models and the Jones polynomial // Topology 26. -1987a. - P. 395-407.

[4] Jones V.F.R. On knot invariants related to some statistical mechanical models // Pacific J. Math. -1989. - Vol.137. - P. 311-334.

[5] Freyd P., Yetter D., Hoste J., Lickorish W.B.R., Millett K.C. and Oceanau A. A new polynomial invariant of knots and links // Bull. Am. Math. Soc. -1985.- Vol. 12. -P. 239-246.

[6] Akutsu Y., and Wadati M. Knot invariants and the critical statistical systems // J. Phys. Soc. Jpn. -1987a. – Vol. 56. - P. 839-842.

[7] Kauffman L.H. An invariant of regular isotopy // Trans. Am. Math. Soc. -1990. –Vol. 318. - P. 417-471.

[8] Jones V.F.R. Knot theory and statistical mechanics // Sci. Am. November. -1990a. - P. 98-103.

[9] Reshetikhin N.Y. and Turaev V. Invariants of three manifolds via link polynomials and quantum groups // Invent.Math. -1991. –Vol.103. - P. 547-591.

[10] Wu F.Y. Knot theory and statistical mechanics // Rev. Mod. Phys. -1992. -Vol. 64. - No. 4. - P. 235-268.

[11] Ramadevi P. Vertex Models and Knot invariants. In: Bhattacharjee S., Mj M., Bandyopadhyay A. (eds) Topology and Condensed Matter Physics. Texts and Readings in Physical Sciences // Springer. - 2017. -Vol 19.

[12] Dhara S., Kaul R.K., Ramadevi P., Kumar Singh V. Bi-partite vertex model and multi-colored link invariants // Prepared for submission to JHEP. - 2019.

[13] Abdesselam B., Chakrabarti A. Multiparameter statistical models from $N^2 \times N^2$ braid matrices: Explicit eigenvalues of transfer matrices $T^{(r)}$, spin chains, factorizable scatterings for all N // Adv.Math.Phys. -2012. - 193190.

[14] Pimenta R.A., Martins M.J. The Yang-Baxter equation for PT invariant nineteen vertex models // J.Phys.A44. – 2011. - 085205.

[15] Regts G., Sevenster B. Mixed partition functions and exponentially bounded edge-connection rank, arXiv:1807.04494v1 [math.CO]. - 2018.

[16] Schrijver A. On virtual link invariants, arXiv:1211.3572v2 [math.QA]. -2012.

[17] Kassenova T.K., Tsyba P.Yu., Razina O.V. Eight-vertex model over Grassmann algebra // 8th International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences, IOP Journal of Physics: серия конференций. https://www.icmsquare.net/. -2019.

[18] Касенова Т.К., Цыба П.Ю., Разина О.В. Исследование связи десятивершинной модели с XXZ - моделью Гейзенберга // КазНПУ имени Абая, серия «Физико-математические науки». -2019. - №2(66). - С.157-163.

[19] Ramadevi P. Exchange of Identical Particles // Resonance. -2001. - P.23-28.

[20] Baxter R.J. Exactly Solved Models in Statistical Mechanics // Academic Press. -1982.

[21] Akutsu Y., Wadati M. Exactly Solvable Models and New Link polinomials. I. N – State Vertex Models // J. of Phys. Soc. Of Japan. - 1987. – No.9. - Vol.56. - 3039.

Касенова Т.К., Цыба П.Ю., Разина О.В.

Он шыңды модельдің джонс полиномымен байланысын зерттеу

Түйіндеме: Түйіндер үш өлшемді кеңістіктегі өздігінен қиылмайтын қисықтар болып табылады. Оларды жіктеу үшін «түйін инварианты» деп атайтын.сандық сипаттаманы көрсету қажет. Түйіндердің көптеген инварианттар түрлері бар – олардың ішіндегі ең белгілі инварианттар: Александер полиномы, Джонс полиномы, Кауффман және ХОМФЛИ-ПТ полиномдары. Янг-Бакстер операторы нақты шешілетін модельдер теориясын түйіндер теориясымен байланыстыратын негізгі құрал болып табылады. Аталған жұмыста элементтердің симметриясын бұзатын түрлендірулер нәтижесінде, коммутацияланған трансфер-матрицаны қолдану арқылы жүзеге асырылатын статистикалық механиканың он шыңды моделі мен Джонс полиномының (бес жапырақты түйін) арасындағы байланыс көрсетілген.

Түйін сөздер: түйіндер, өрім матрицасы, Янг-Бакстер теңдеуі, Джонс полиномы, он шыңды моделі.

УДК 44.39.29

S.A.Bolegenova[1], R.K.Manatbayev[1], Zh. Baizhuma[1*], Chankyu Son[2]

([1] al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan,
email: baizhuma.zhandos@gmail.com)
([2] Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark)

NUMERICAL SIMULATIONS OF THE DARRIEUS WIND TURBINE BLADE ICING

Abstract. Icing on blade surface of wind turbine greatly affects the performance of wind turbine which becomes a very serious problem for the wind turbine installed in cold and wet regions both for larger-scale wind turbine and small-scale ones. Darrieus wind turbine is a vertical axis wind turbine (VAWT) which is widely used for small-scale wind power generation. Icing on blade of VAWT will also affect both the starting performance and out power performance. In this work ice accretion are obtained using FENSAP-ICE, a code widely used for aircraft in-flight icing. Pressure distributions, torque and thrust curves are compared to numerical simulations and experimental data. Simulations have been performed for the four different ambient conditions described in literature. Numerical simulations have shown that ice accumulates mainly near the leading-edge region. Consequently, it damages aerodynamic qualities of the wing and reduces wind turbine performance.

Keywords: Darrieus vertical axis wind turbine, icing, numerical simulations, FENSAP-ICE

С.А.Бөлегенова[1], Р.К.Манатбаев[1], Ж. Байжұма[1*], Chankyu Son[2]
([1] әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетң, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, email: baizhuma.zhandos@gmail.com)
([2] Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark)

ДАРЬЕ ЖЕЛ ТУРБИНАСЫНЫҢ ҚАНАТШАЛАРЫНДА МҰЗ ҚАТУЫН ЖОБАЛАУ

Түйіндеме. Жел турбиналары қанатшаларында мұздың қатуы жел турбиналарының өнімділігін төмендетіп, қызмет ету мерзімін кемітеді. Бұл мәселе шұғыл континенталды аймақтарда орналасқан үлкен және кіші жел турбиналарына кері әсерін тигізуде. Дарье жел турбиналары жел энергиясын электр энергиясына айналдыруға қолданылатын вертикальді осьті жел турбиналары қатарына жатады. Дарье турбинасының қанатшасындағы мұз қатуы оның тиімділігі мен өндіретін қуатына кері әсерін тигізеді. Берілген жұмыста жел турбинасының қанатшаларында мұз қату процессі ұшақ қанаттарының мұз қатуын зерттеуге арналған FENSAP-ICE жүйесінің көмегімен жобаланған. NASA 0012 симметриялы қанатшасы үшін түрлі атқылау бұрыштарында қысым коэффициенті, беттік үйкеліс коэффициенті және пайда болған мұздың пішіні тәжірибелік және басқа авторлардың зерттеулерінің нәтижелерімен салыстырылды. Қоршаған ортаның төрт түрлі жағдайлары үшін мұз қату барысы жобаланды. Мұздың негізінен қанатшаның алдыңғы қырында жинақталатыны анықталды. Өз кезегінде бұл қанатшаның аэродинамикасына теріс әсерін тигізеді, сәйкесінше турбинаның өнімділік қабілеті төмендейді.

Түйін сөздер: Дарье жел турбинасы, мұз басу, компьютерлік жобалау, FENSAP-ICE

Кіріспе

Энергияның дәстүрлі көздерін қолдану парниктік газдармен атмосфераның ластануына әкеліп соғуда [1]. Жаһандық жылыну, климаттың өзгеруі өзекті мәселе болғанына қарамастан, бүгін әлемдік көмір өндіру деңгейі және атмосфераның көмірқышқыл газымен ластану деңгейі артуда. 2014-2016 жылдар арасында көмірқышқыл газының көлемі азайғанымен, 2017 жылы Париж конвенциясына қол қойылғаннан бастап бұл көрсеткіш әлемдік көмір өндіру деңгейімен қайтадан өсуін жалғастырды [2]. 2030 жылға қарай энергияға жаһандық сұраныс шамамен 60% -ға өседі [3], бұл сұраныстың көп бөлігі жаңартылатын энергия көздері есебінен қамтамасыз етілуі қажет.

2019 жылы жаңартылатын энергетика саласында келесідей айтарлық өзгерістер болды:

- Күн көзінен және желден алынатын электр энергиясының құны дәстүрлі энергия көздерінен алынатын электр энергиясының құнымен бірдей болып, МВт*сағ үшін 25 АҚШ долларын құрады;
- Теңіздегі жел электр станцияларын қолданатын елдер саны 15ке жетті;
- Желтоқсандағы АҚШта өткен аукционда солтүстік-шығыс жағалауда теңіз жел электр станцияларын орнату құны рекордтық жоғары көрсеткішке жетті;
- Германия 2038 жылға таман толығымен көмірден бас тартанын мәлімдеді [4].

Жел энергетикасы қазіргі таңда әлемде ең қарқынды дамып келе жатқан баламалы энергия көздерінің бірі. Бүгін ол әлемде қолданылатын баламалы энергия көздерінің 24% құрады [5]. GWEC 2018 жылдың қортындысы бойынша, әлемде қуаты 51,6 ГВт жаңа жел қондырғылары орнатылған. Әрине 2017 жылмен салыстырғанда бұл көрсеткіш 4% төмен, алайда 2014 жылдан бері жаңадан орнатылған жел қондырғыларының қуаты 50ГВт төмен түскен емес. GWEC нарықты зерттеуі бойынша 2023 дейін жыл сайын әлемде 55ГВт жуық жаңа жел қондырғылары (жерде және теңізде) орнатылатын болады. Қазіргі уақытта орнатылған кумулятивті қуаты 591 ГВт қа дейін жетеді [6].

Жаңадан орнатылған жел қондырғыларының қуаты бойынша АҚШ және Қытай көш бастауда, сәйкесінше 21,2 ГВт және 7,6 ГВт. Европалық елдер тек 9 ГВт жаңа қуат орнатты, бұл 2017 жылмен салыстырғанда 32% пайызға төмен. Африка, таяу Шығыс, Латын Америкасы және оңтүстік-шығыс Азия елдері сияқты дамушы нарықтар жалпы алғанда 4,8 ГВт орнатты, өз кезегінде бұл 2018 жылғы барлық қуаттың оннан бір бөлігі. 2017 жылы бұл елдерде 3,8 ГВт жаңа қуат орнатылды, сәйкесінше 2018 жылы 8% артық қуат орнатылған.

GWEC болжамы бойынша, жерде орнатылатын жел қондырғыларының қуаты жыл сайын 50 ГВт болмақ. Азия, Европа және Солтүстік Америкадағы жел энергетикасының дамыған нарықтары тұрақты деңгейде дамуын жалғастырады. Африка, таяу Шығыс, Латын Америкасы және оңтүстік-шығыс Азиядағы дамушы елдердегі жел энергиясынан өндірілген қуаттың өсімі қарқынды түрде артпақ [7].

Жел турбиналарын теңіз деңгейінен неғұрлым жоғары орналасуы ең тиімді жағдай болып табылады, себебі алғашқы 1000м биіктікте желдің жылдамдығы 100 м сайын 0,1 м/с-ке артып

отырады. Сондай ақ, солтүстік аймақтарда желдің қол жетімді қуаты басқа жерлермен салыстырғанда 10% жоғары. Бұл ауаның төмен температуралардағы жоғары тығыздығымен байланысты [8]. Осылайша, шұғыл континентальді аймақтарда немесе биік, таулы аймақтарда орналасқан жел турбиналары мұз басуға жиі ұшырайды.

Мұз басу жел қуатын бағалау кезеңі мен жел турбиналарының жұмыс жасауы кезінде айтарлықтар қиындықтар тудырады. Келесі проблемалар тікелей мұз басу және суық климаттарға байланысты туындайды:

• *Өлшеу қателіктері*. Жел қуатын бағалау барысында анемометрлер, жел қалақшалары, термосенсорлар мұз басуға ұшырайды. Төмен температураларда өлшеу қателіктері 30% дейін жетуі мүмкін. [9]

• *Қуатын жоғалту*. Қанатшада мұз жиналуы оның пішініне өзгеріс әкеліп, аэродинамикалық параметрлеріне әсер етеді және желдің бағыты мен жылдамдығын өлшеуге қателіктер енгізеді. Қанатшаның алдыңғы қырында қалыптасқан кішігірім мұздың өзі турбинаның өндіретін қуатына кері әсерін тигізеді [10] Турбинаның өндіретін қуаттың төмендеуі жылдық көрсеткіште 0,5%-дан 50%-ға дейін жетеді [11];

• *Артық қуат өндіру.* Ауаның жоғары тығыздығы мен төмен температуралар жел турбинасының қуатын жобалық қуаттан асып кетуіне әкеліп соғады, бұл жел турбинасының тез істен шығуына әкеліп соғады. Артық қуат өндіру деңгейі 16% дейін жеткені байқалған [12];

• *Механикалық ақаулар.* Мұз қабаты жел турбинасының қанатшасы мен мұнарасына түсетін салмақты арттырады, жоғары биіктіктегі вибрациялар тудырады, турбина қанатшаларының массалары арасындағы тепе-теңдікті жояды. Төмен температуралар жел турбиналарының компоненттерінің өлшемдері мен механикалық қасиеттеріне теріс әсер етеді. Ең көп әсерге ұшырайтын – турбина редукторлары [13]

• *Электростатикалық зарядтардың жиналуы.* Мұз қабықшасы қанатшаларда электростатикалық зарядтың жиналуына әкеліп соғады [14];

• *Қауіпсіздік.* Қанатшаларда жиналған ірі мұз кесектері турбина биіктігі ротор диаметрінің жалпы 1,5 еселенген қашықтығына дейін ұшуы мүмкін. [15] есептеулері бойынша, орташа мұз басудың болатын аймақтарда (жылына 5 күн) массасы 0,18 кг-нан 0,36кг-ға дейін жететін мұз кесектерінің түсу ықтималдығы 1/10 дейін жетеді;

Қанатшалардың мұз басуы әдетте кристаллдану температурасына жақын су тамшылары бар немесе конвекциялық суыну деңгейі жоғары атмосфералық жағдайларда жүреді. Мысал ретінде, ылғалдылығы жоғары суық желді немесе жаңбыр-қарлы, боранды аймақтарды алуға болады. Ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық, барометрлік қысым, желдің жылдамдығы, ауаның тығыздығы, теңіздеңгейінен биіктігі және бұлттардың қалыптасуына әсер ететін физикалық атмосфералық процесстер турбинада пайда болатын мұздың түрі мен пішініне ықпал етеді. Сонымен қатар, қанатшаның температурасы, жасалған материалының термодинамикалық параметрлері, айналу жиілігі де мұз басу процессіне әсер етеді [16]. Loughborough сәйкес, қанатша бетінде мұз қабатының беттік тығыздығы температураның 1^0C Цельскийге төмендеуіне байланысты 6000 кг/м^2 артып отырады [17].



a b c

1-сурет. Қанатшада пайда болатын мұздың пішіндері
a) мөлдір; b) аралас; c) ақшыл [20]

Турбина қанатшаларында қалыптасқан мұз пішініне қарай мөлдір (glaze), ақшыл (rime) және аралас болып бөлінеді (1 суретті қараңыз). Қанатшаларда қалыптасатын мұздың пішіндері атмосфералық және метеорологиялық

параметрлерге байланысты. Атап айтқанда, судың сұйық
күйінің үлесі (LWC), тамшылардың орташа диаметрі (MVD), ауаның температурасы және желдің жылдамдығы [18]. Соңғы екі параметр турбинаның жұмыс жасау параметрлерін анықтау кезінде ескеліреді, алайда LWC және MVD арнайы өлшенбейді, жел турбиналары үшін ортақ параметр болып табылмайды [19]. Жел турбинасының қанатшаларында пайда болатын мұз пішіндері 1-суретте келтірілген.

Көптеген тәжірибелер LWC негізінен салыстырмалы ылғалдылыққа тәуелді, жауын-шашын жылдамдығының дәрежелік функциясы екенін дәлелдеді [21]. Осыдан бөлек, [22] -10^0C ÷ 0^0C температуралар интервалында LWC және MVD арасында сызықтық тәуелділік болатынын анықтады. Сондықтан ауаның салыстырмалы ылғалдылығын мұз басу барысында LWC және MVD әсерлерінің жиынтығын сипаттайтын қоршаған орта параметрі ретінде қарастыруға болады [23].

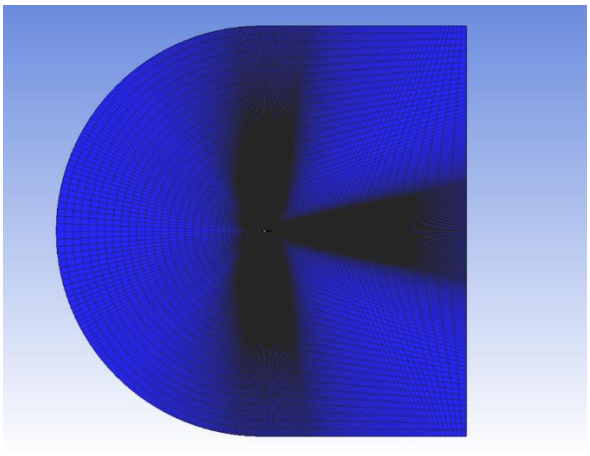
Зерттеу әдістері

Берілген жұмыста Ansys FENSAP-ICE бағдарламалық кешені қолданылды. FENSAP-ICE – заманауи, үш өлшемді, кешенді, мұз басудан қорғау жүйесін жобалауға және сертификаттауға арналған модульдік жүйе [24]. FENSAP-ICE бағдарламалық кешені мұз басудың негізгі бес аспектісін қарастырады:

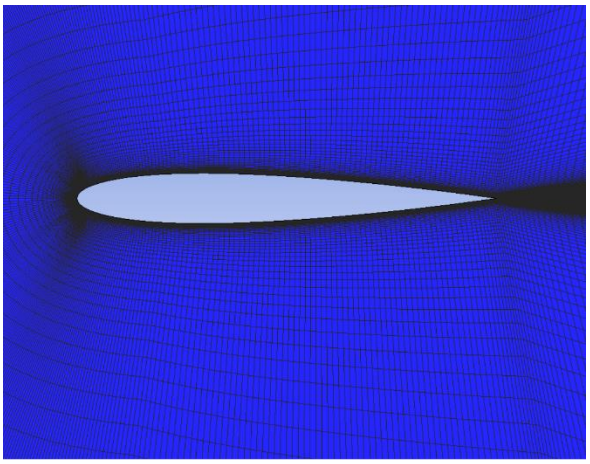
- Ауа ағыны үшін шекті-элементті Навье-Стокс теңдеуін шешу;
- Тамшылардың соқтығысуы мен көлеңкелі аймақтарды анықтау;
- Қанатшада пайда болатын мұздың пішінін анықтау;
- Мұз басқан қанатшаның аэродинамикалық қасиеттерінің өзгеруі
- Мұз басудан қорғау мен мұз басудың алдын алуға қажетті жылу мөлшерін есептеу.

Бұл жүйе ұшу кезінде ұшақтардың, тікұшақтардың, ұшқышсыз ұшу аппараттарының, реактивті қозғалтқыштардың мұз басуын зерттеуге арналған. Бірақ соңғы уақытта бұл жүйені жел турбиналарының мұз басуын зерттеуге қолданады. [25,26] жұмыста NREL phase VI роторының мұз басуын қарастырады, симуляция нәтижесінде алынған қысымның таралу коэфициенті, айналдырушы момент пен тарту күші NASA Ames жел туннелінің нәтижелерімен салыстырылды және симуляция нәтижелеріне сүйене отырып, мұздан қорғау жүйесін жобалаған. [27] 1.5 МВт WindPACT турбинасының мұз басуын симуляциялап, тәжірибелік нәтижелермен салыстырған.

Қанатшада мұз қабатының қалыптасуы оның геометриялық параметрлерін және оның айналасындағы жылдамдықтар таралуын өзгеруіне әкеліп соғады. Қанатшаның мұз басуын жобалау кезінде оның пішінінің өзгеруі ұдайы қадағаланып, жаңартылып отыруы керек [28]. Осы себепті берілген зерттеуде аэродинамикалық профильдің геометриясы 114 700 тормен сипатталатын компьютерлік домен құрылды (2,3 сурет).



2-сурет. NASA 0012 қанатшасының айналасындағы аэродинамикалық профиль



3-сурет. Қанатша айналасындағы тор

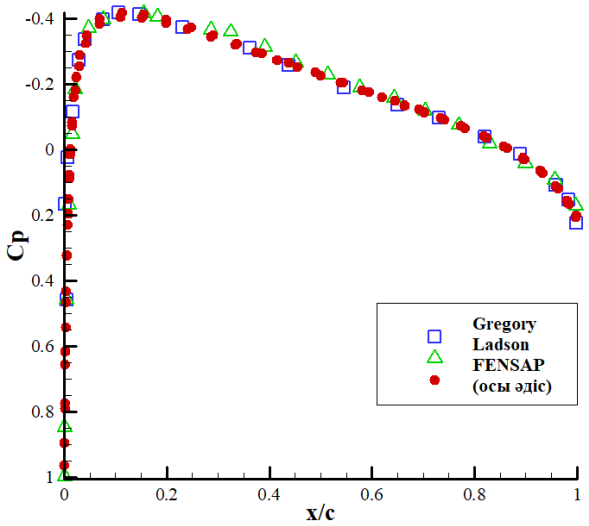
Аэродинамикалық профильдің компьютерлік домені үш аймаққа бөлінген: кіріс, симметрия қабырғалары және қанатша. Қанатшаға жақын орналасқан аймақтардағы тордың көлемінің кіші болуы дәлірек нәтижелер алуға септігін тигізеді. Тордың тығыздығы қанатшадан алыстаған сайын кемиді, себебі компьютерлік симуляция нәтижелері қанатша айналасында дәлірек шешімді қолжетімді етуі керек.

Зерттелетін қанатша ретінде NASA 0012 симметриялы профилі алынды. Жобалау қоршаған ортаның параметрлері NASA Langley research center Turbulence Modeling Resource [29] және [30] параметрлеріне сай етіліп таңдалды: Рейнольдс саны ($Re = 6 \cdot 10^6$); Мах саны ($Max = 0.15$); қоршаған орта температурасы T=300K.

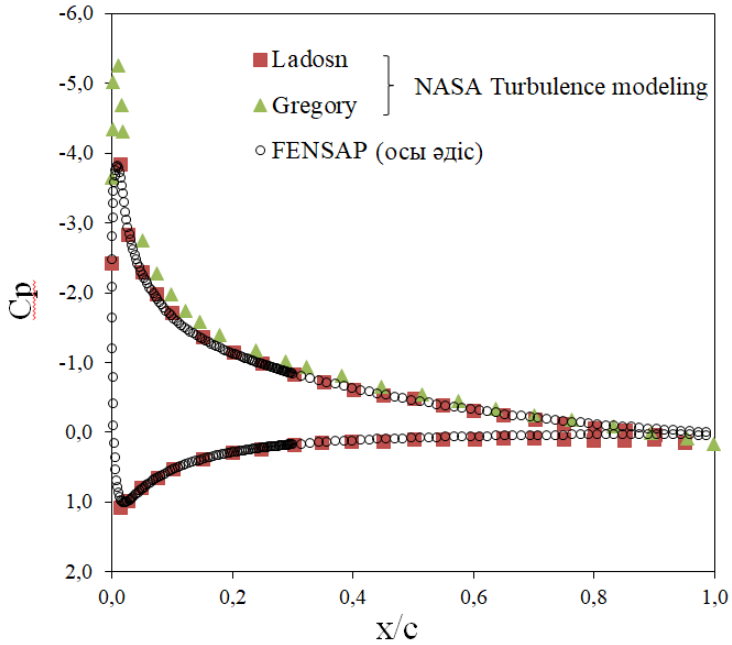
Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау

Аэродинамикалық профильді зерттеу кезінде маңызды параметрлер – қысымның таралу коэффициенті, беттік үйкеліс коэффициенті есепке алынуы керек. Берілген жұмыста қысым коэфициенті екі түрлі атқылау бұрыштары үшін анықталды – 0^0 және 10^0 . 5,6-суретте қысым коэффициенттерінің қанатша хордасының бойымен таралуы көрсетілген.

Қысым коэффициенті қанатшаның алдыңғы қырында ең жоғары мәнге ие болатындығы белгілі. Қанатша хордасының 0.1 бөлігіне қарай қысым коэффициенті 1ге жуық мәннен -0,400 дейін күрт төмендейді. Қалған бөлікте қысым коэффициенті сызықты күнде түрде артады. Қанатшаның ұшындағы қысым коэффициенті 0-ге жуық болады. Бұл осы аймақта қысым градиентінің өзгерісімен түсіндіріледі.



4-сурет. 0^0 атқылау бұрышы үшін қысымның таралу коэффициенті



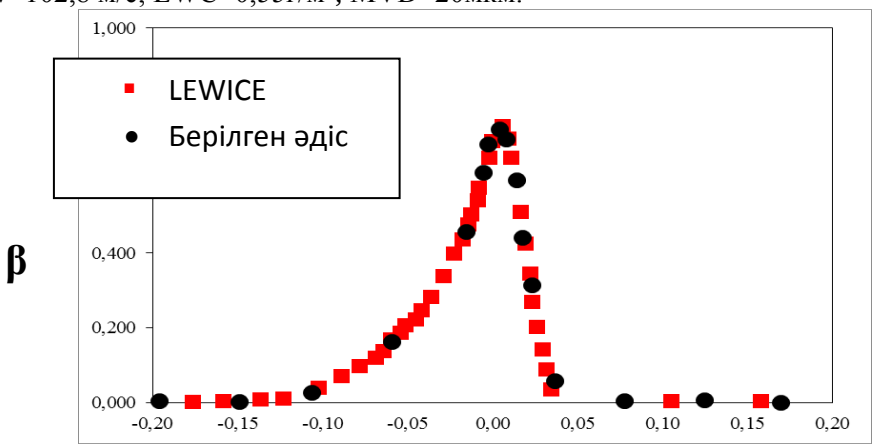
5-сурет. 10^0 атқылау бұрышындағы қысымның таралу коэффициенті

10^0 атқылау бұрышы үшін қысымның таралу коэффициенті 1,000 мәнінен -4,000 мәніне дейін өзгереді. Алайда, 0^0 атқылау бұрышымен салыстырғанда минимал мәнге хорда ұзындығының 0,01 бөлігіне таман төмендейді де, қанатшаның ұшына қарай экспоненциалды түрде артады. Атқылау бұрышының артуымен, қысым өзгерісі қанатшаның алдыңғы қырына қарай артады. Жалпы алғанда, тәжірибелік нәтижелер арасында екі өлшемді модельдің шектеулі болуы себептерінен өзгешелік байқалады.

Қанатшаның бетінде қататын мұздың мөлшері оның бетінде жинақталатын су тамшыларының массасына байланысты. Қанатшаның бетінде су тамшыларының жиналуы β жинақтау коэффицентімен анықталады [31]:

$$\beta = \alpha_n \cdot (v_n \cdot n) \qquad (1)$$

Берілген әдістегі жинақтау коэффицентінің таралуы [32] көрсетілген нәтижелермен салыстырылды. Екі әдіс бойынша жергілікті таралу коэффицентінің графиктері бір-бірінен айырмашылығының болмауы тамшылардың жинақталу коэффиценті тордың түріне тәуелсіз болатынын көрсетеді. Екі әдісті салыстырылу 6-суретте келтірілген. Екі әдіс бойынша максималды жинақтау коэффиценті бірдей мәнге ие. Қанатшаның жоғары бөлігі үшін жинақтау коэффицентері екі әдіс бойынша өзгешеленетінін байқауға болады. Қоршаған ортаның жағдайлары: T=264,04K; p=101,3кПа; v=102,8 м/с; LWC=0,55г/м^3; MVD=20мкм.



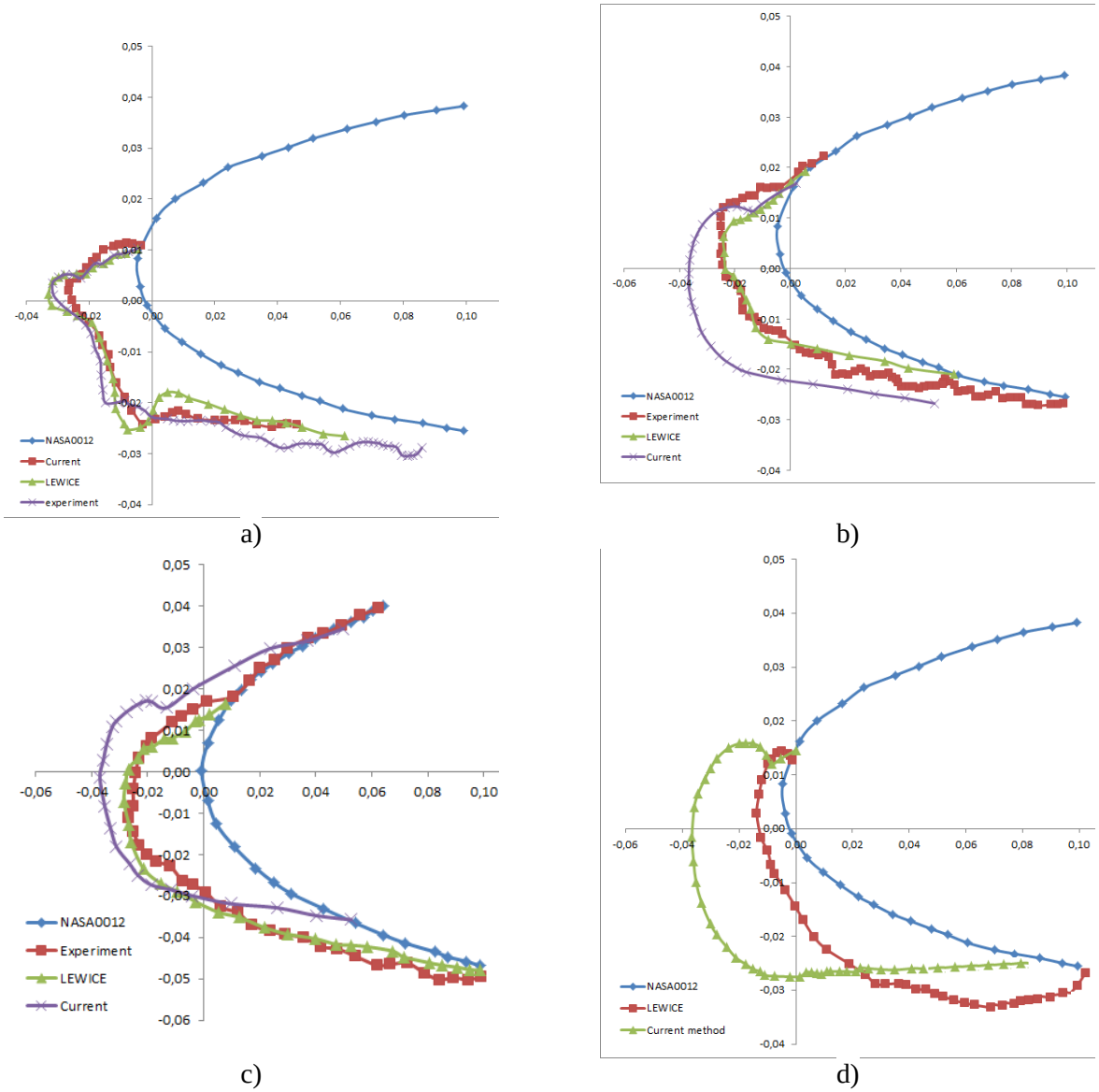
6-сурет. Тамшыларды жинақтау коэффицентерін салыстыру

Қанатшаның айналасында жинақталған су тамшылары төмен температуралардың, ішкі энергиясын қоршаған ортаға берудің салдарынан мұзға айналады. NASA 0012 қанатшасында мұз басу құбылысының компьютерлік симуляциясының нәтижелері [33] жұмысында келтірілген. Берілген әдістің нәтижелері жоғарыда аталған жұмыстың нәтижелерімен салыстырылды. Салыстыру нәтижелері ұсынылған әдіс жоғарыда көрсетілген әдіспен жақсы үйлесім табатынын көрсетті. [33] төрт түрлі температура мен қысымның мәндері үшін мұздың қалыптасуы көрсетіледі (1-кесте).

1-кесте. **Тәжірибелік нәтижелермен салыстыру үшін алынған [33] температура мен қысымның мәндері**

Параметр	Run 403	Run 404	Run 405	Run 308
T_∞	262,04 K	256,49 K	250,03 K	262,04 K
P_∞	100 кПа	90,76 кПа	90,76 кПа	90,76 кПа
U_∞	102,8мс$^{-1}$			
AoA	4 град			
MVD	20 мкм			
LWC	0,55 г/м^3	0,55 г/м^3	0,55 г/м^3	1 г/м^3
Re_∞	4,39 x 10^6	4,14 x 10^6	4,14 x 10^6	4,14 x 10^6

Графиктен эксперименттік, LEWICE және берілген әдістің нәтижелері RUN 403 (7.a-сурет) үшін ең жақсы үйлесім табатынын көруге болады. RUN 405 (7.c-сурет) FENSAP-ICE көмегімен алынған мұздың пішіні аддыңғы екі әдіспен сәйкес келеді, алайда қалыптасқан мұздың мөлшері қанатшаның алдыңғы шетінің жоғары бөлігіне қарай артатынын көрсетеді. 7.b-суреттен керісінше, қанатшада қалыптасатын мұздың қанатшаның төменгі бөлігіне қарай артатынын байқауға болады. Жоғарыда аталған екі графикте кейбір өзгешеіктерге қарамастан, жалпы алғанда, бұрыңғы тәжірибелер нәтижелерімен үйлесетінін айтуға болады. Соңғы 7.d-суретте LEWICE нәтижесі мен FENSAP-ICE нәтижелері бір-бірінен өзгешеленетіні анық көрсетілген. Әдебиетте RUN 308 үшін тәжірибелік нәтижелердің болмауы салдарынан нақты шешім айту қиындық тудырады. Екі нәтиженің өзгешеліктерінің бар болуы судың сұйық күйінің үлесінің артуына (LWC) FENSAP-ICE қанатша бетінде қанатша бетінде қалыптасатын мұз көлемінің сезімталдылығымен байланысты болуы мүмкін.



7-сурет. Қоршаған ортаның түрлі жағдайлары үшін, тәжірибелік, LEWICE және берілген әдіс бойынша алынған мұз пішіндерін салыстыру
a) RUN 403; b) RUN 404; c) RUN 405; d) RUN 308

Қорытынды

Берілген жұмысты орындау барысында NASA 0012 қанатшасында қоршаған ортаның түрлі жағдайында мұз қату процессі жобаланды. Жобалау Ansys Fluent коммерциялық қосымшасының FENSAP-ICE компонентінің көмегімен жүргізілді. Жобалау кезінде ауа ағынының жылдамдығы 102,8 м/с, атқылау бұрышы 4^0, тамшылардың орташа диаметрі (MVD) 20мкм тұрақты мәнге ие болды. Атмосфералық қысым 90,76 кПа мен 100кПа аралығында, судың сұйық күйінің үлесі (LWC) 0,55 г/м^3 пен 1г/м^3 арасында, қоршаған орта температурасы 250,03 К мен 262,04К интервалында өзгерді. Есептеулердің дәлдігін арттыру үшін 114 700 тордан тұратын С-типті компьютерлік домен құрылды.

Симуляция нәтижелері төрт түрлі қоршаған орта жағдайы үшін алған нәтижелермен жақсы үйлесетінін көрсетті. Мұздың қалыптасуы қанатшаның алдыңғы шетінде орын алатыны байқалды. Судың сұйық күйіндегі үлесінің артуы және төмен температуралар қанатша бетінде қалыптасатын мұздың массасын арттырады.

Бұл жұмыста берілген теңдеулердің көмегімен қанатша бетінде қатқан мұзды ерітуге қажетті жылу мөлшерін анықтауға болады. Сәйкесінше, қыздырғыш элементтердің түрін, типін, сипаттамаларын таңдаудың тиімді жолдарын табуға мүмкіндік туындады.

Алынған мұз пішіндеріне сай, қанатша бетінде қыздырғыш компоненттерді орнатуға болады

Қысқартулар мен белгілеулер

GWEC - Global Wind Energy Council
IRENA – International renewable energy agency
ЖЭС – жылу электр станциялары
СЭС – күн электр станциялары
БГҚ – биогаз қондырғылары
ЖелЭС – жел электр станциялары
КүнЭС – күн электр станциялары
LWC – судың сұйық күйінің үлесі (liquid water content)
MVD – тамшылардың орташа диаметрі (mean volume diamater)

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] J.W. Tester, E.M. Drake, M.J. Driscoll, M.W. Golay, W.A. Peters, Sustainable energy: Choosing among options, in: AIChE Annu. Meet. Conf. Proc., 2005.

[2] KAZENERGY, The National Energy Report, Nur-Sultan, 2019. http://www.kazenergy.com/en/analyst/783/.

[3] W.E. Statistics, World Energy Statistics 2018, Int. Energy Agency. (2018). https://doi.org/10.1787/world_energy_stats-2018-en.

[4] REN 21 Renewables Now, Renewables Global Status Report 2019, Galvanotechnik. (2019).

[5] IRENA, Renewable Energy Statistics 2019, 2019.

[6] U.S. Department of Energy, 2018 Wind Technologies Market Report, (2018) 1–98. http://www.windpoweringamerica.gov/pdfs/2010_annual_wind_market_report.pdf.

[7] GWEC, Global wind energy council report 2018, Wind Glob. Counc. Energy. (2019) 1–61. www.gwec.net.

[8] O. Parent, A. Ilinca, Anti-icing and de-icing techniques for wind turbines: Critical review, Cold Reg. Sci. Technol. 65 (2011) 88–96. https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2010.01.005.

[9] O. Fakorede, Z. Feger, H. Ibrahim, A. Ilinca, J. Perron, C. Masson, Ice protection systems for wind turbines in cold climate: characteristics, comparisons and analysis, Renew. Sustain. Energy Rev. 65 (2016) 662–675. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2016.06.080.

[10] F. Afzal, M.S. Virk, Review of icing effects on wind turbine in cold regions, in: E3S Web Conf., 2018. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187201007.

[11] T. Laakso, WIND ENERGY PROJECTS IN COLD CLIMATES, 2005.

[12] C. Hochart, G. Fortin, J. Perron, A. Ilinca, Wind turbine performance under icing conditions, Wind Energy. 11 (2008) 319–333. https://doi.org/10.1002/we.258.

[13] L. Gao, Y. Liu, H. Hu, An experimental investigation of dynamic ice accretion process on a wind turbine airfoil model considering various icing conditions, Int. J. Heat Mass Transf. 133 (2019) 930–939. https://doi.org/10.1016/J.IJHEATMASSTRANSFER.2018.12.181.

[14] A. Hudecz, Icing Problems of Wind Turbine Blades in Cold Climates, 2014.

[15] L. Gao, Y. Liu, C. Kolbakir, H. Hu, M. Manelis, J.A. Weldon, N. Naeve, An experimental investigation on an electric-thermal strategy for wind turbine icing mitigation, in: 2018 Atmos. Sp. Environ. Conf., 2018. https://doi.org/10.2514/6.2018-3658.

[16] A.G. Kraj, E.L. Bibeau, Phases of icing on wind turbine blades characterized by ice accumulation, Renew. Energy. (2010). https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.09.013.

[17] J. Shin, T.H. Bond, Experimental and computational ice shapes and resulting drag increase for a NACA 0012 airfoil, 5th Symp. Numer. Phys. Asp. Aerodyn. Flows. (1992) 0–11.

[18] L. Battisti, P. Baggio, R. Fedrizzi, WARM-AIR INTERMITTENT DE-ICING SYSTEM, (2006) 361–374.

[19] L. Battisti, M. Ricci, Green Energy and Technology Wind Energy Exploitation in Urban Environment, 2017. http://www.springer.com/series/8059.

[20] L. Yan, C. Yuan, H. Yongjun, L. Shengmao, T. Kotaro, Numerical simulation of icing effects on static flow field around blade airfoil for vertical axis wind turbine, Int. J. Agric. Biol. Eng. (2011). https://doi.org/10.3965/j.issn.1934-6344.2011.03.0-0.

[21] A.C. Best, The size distribution of raindrops, Q. J. R. Meteorol. Soc. (1950). https://doi.org/10.1002/qj.49707632704.

[22] S.G. Cober, G.A. Isaac, J.W. Strapp, Characterizations of aircraft icing environments that include supercooled large drops, J. Appl. Meteorol. (2001). https://doi.org/10.1175/1520-0450(2001)040<1984:COAIET>2.0.CO;2.

[23] L. Shu, G. Qiu, Q. Hu, X. Jiang, G. McClure, H. Yang, Numerical and field experimental investigation of wind turbine dynamic de-icing process, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 175 (2018) 90–99. https://doi.org/10.1016/J.JWEIA.2018.01.043.

[24] A.D. Canonsburg, ANSYS FENSAP-ICE User Manual, (2017).

[25] T. Reid, G. Baruzzi, I. Ozcer, D. Switchenko, W.G. Habashi, FENSAP-ICE Simulation of icing on wind turbine blades, part 1: Performance degradation, 51st AIAA Aerosp. Sci. Meet. Incl. New Horizons Forum Aerosp. Expo. 2013. (2013) 1–18. https://doi.org/10.2514/6.2013-750.

[26] T. Reid, G. Baruzzi, I. Ozcer, D. Switchenko, W.G. Habashi, FENSAP-ICE simulation of icing on wind turbine blades, part 2: Ice protection system design, 51st AIAA Aerosp. Sci. Meet. Incl. New Horizons Forum Aerosp. Expo. 2013. (2013) 1–14. https://doi.org/10.2514/6.2013-751.

[27] D. Switchenko, W.G. Habashi, G. Baruzzi, I. Ozcer, FENSAP-ICE simulation of complex wind turbine icing events, and comparison to observed performance data, 32nd ASME Wind Energy Symp. (2014) 1–21. https://doi.org/10.2514/6.2014-1399.

[28] F. Villalpando, M. Reggio, A. Ilinca, Prediction of ice accretion and anti-icing heating power on wind turbine blades using standard commercial software, Energy. 114 (2016) 1041–1052. https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2016.08.047.

[29] C.L. Ladson, A.S. Hill, High Reynolds Number Transonic Tests of an NACA 0012 Airfoil in the Langley 0.3-Meter Transonic Cryogenic Tunnel, NASA Tech. Memo. 100526. (1987).

[30] N. Gregory, C.L. O'Reilly, Low-Speed Aerodynamic Characteristics of NACA 0012 Aerofoil Section, including the Effects of Upper-Surface Roughness Simulating Hoar Frost, Reports Memo. (1970).

[31] D. Version, Aalborg Universitet Modelling Icing on Structures for Wind Power Applications Pedersen , Marie Cecilie, 2018.

[32] B. Wright, User Manual for the NASA Glenn Ice Accretion Code LEWICE, (2002).

[33] H. Beaugendre, F. Morency, W.G. Habashi, Development of a second generation in-flight icing simulation code, J. Fluids Eng. Trans. ASME. 128 (2006) 378–387. https://doi.org/10.1115/1.2169807.

Бөлегенова С.А., Манатбаев Р.К., Байжұма Ж., Chankyu Son

Моделирование обледенения лопастей ветряной турбины дарье

Резюме. Обледенение лопастей ветряных турбин понижает производительность и сокращает срок службы. Данная проблема оказывает негативное влияние на крупные и малые ветряные турбины, работающие в резко-континентальных регионах. Ветротурбины Дарье относятся к турбинам с вертикальной осью вращения для преобразования энергии ветра в электрическую. Обледенение лопастей турбины снижает эффективность и производимую мощность турбины. В данной работе процесс обледенения лопастей ветротурбины смоделирован при помощи программного комплекса для исследования обледенения крыльев самолета FENSAP-ICE. Были получены и сравнены с экспериментальными данными распределение коэффицента давления на поверхности крыла, поверхностного трения и форма льда. Симуляции были проведены для четырех условий окурающей среды, указанных в литературе. Определено, что ледяная корка аккумлируется на переднем крае крыла. В свою очередь это оказывает негативное вляние на аэродинамические свойства крыла и следовательно, снижает способность ветротурбины на выработку электроэнергии.

Ключевые слова: ветротурбина Дарье, обледенение, компьютерное моделирование, FENSAP-ICE

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ

ӘОЖ 621.03

[1]L.S. Baimoldanova, [2]O.D. Pogrebjak, [3]Ch. Cong, [1]G.K. Uazyrkhanova
([1]D.Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan,
[2]Sumy State University, Sumy, Ukraine,
[3]Mark Wainwright Analytical Centre, University of New South Wales, Sydney, Australia
E-mail: Lyazbs_82@mail.ru)

INFLUENCE AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF IMPLANTATION OF GOLD IONS AND INTERFACIAL BOUNDARIES (TIALSIY)N / CRN ON THE MICROSTRUCTURE AND ELEMENTAL COMPOSITION OF NANOSTRUCTURED COATINGS

Abstract. The features of surface treatment of a multi - layer nanocomposite coating based on (TiAlSiY)N/CrN- by implantation of heavy Au-ions were studied. Microstructure, phase state, elemental composition, and defect formation were studied using XRD, SEM with EDS, RBS, SIMS, HRTEM, STEM, and nanoindentation. The mechanisms of defect formation in local areas, such as the redistribution of elements at the interface of individual monolayers, are considered. Implanted coatings also showed a slight decrease (less than 2%) in hardness along with an increase in plasticity.

Keywords: multilayer coatings, structure, ion implantation, interfacial boundary.

[1]Л.С. Баймолданова, [2]О.Д. Погребняк, [3]Ч. Конг, [1]Г.К. Уазырханова
([1]Д. Серикбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті, Өскемен қ., Қазақстан
[2]Сумы мемлекеттік университеті, Сумы қ., Украина
[3]Марк Уэйнрайт аналитикалық орталығы, Жаңа Оңтүстік Уэльс университеті, Сидней, Австралия
E-mail: Lyazbs_82@mail.ru)

АЛТЫН ИОНДАРЫНЫҢ ИМПЛАНТАЦИЯСЫ МЕН ФАЗААРАЛЫҚ ШЕКАРАЛАРДЫҢ (TIALSIY)N/CRN НАНОҚАБАТТЫ ЖАБЫНДАРДЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫНА, ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІ ЖӘНЕ МЕХАНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ

Аңдатпа. Бұл мақалада (TiAlSiY)N/CrN негізіндегі көп қабатты нанокомпозиттік жабындының Au^- ауыр иондарымен имплантациялау әдісімен беттік өңдеу ерекшеліктері зерттелді. Микроқұрылымын, фазалық күйін, элементтік құрамын және ақаулардың пайда болуын XRD, SEM с EDS, RBS, SIMS, HRTEM, STEM және наноиндентордың көмегімен зерттелді. Локальды аймақтарда кейбір моноқабаттардың арасындағы фазааралық шекаралардағы элементтердің орналасуы сияқты ақаулардың пайда болу механизмдері қарастырылған. Имплантацияланған жабындар сондай-ақ, икемділіктің жоғарылауымен қатар қаттылықтың аздап төмендеуін (2% -дан аз) көрсетті.

Түйінді сөздер: көпқабатты жабындар, құрылым, иондық имплантация, фазааралық шекара.

Кіріспе

Ионды имплантациялау әдісінің артықшылығы - бұл легирленген қабаттың аздаған қалыңдығы, бетінің үнемі кедір-бұдырлығы, адгезияға және әрекет ету орнына тәуелсіздігі (материалдың тереңдігіндегі қалдықсыз кернеумен) және оң нәтижелердің болуы екендігі бізге таныс [1-5]. Au^- сияқты ауыр иондармен имплантациялау иондардың өзара әрекеттесуі және енуі нәтижесінде локалды облыстарда ақаулардың пайда болуын және каскадтардың жоғары тығыздығын алуға, сондай-ақ кейінгі радиациялық-жеделдетілген диффузияға мүмкіндік береді. Сондықтан 1×10^{17} $см^{-2}$ дозалы Au иондарымен сәулелену моноқабаттар шекараларында иондық «араласуға» әкелуі мүмкін [6]. Екінші жағынан, наномөлшердегі архитектурасы бар нанокомпозитті жабындар төсенішке жақсы механикалық қорғанысты қамтамасыз етеді. Құрылымдары әр түрлі екі немесе үш түрлі типті материалдан тұратын кезектесетін наноқабаттардан құралған көпэлементті жабындар жоғары қаттылықты көрсетеді (30-50 ГПа). Олар эпитаксиалды құрылымды қалыптастыра алады, тіпті

құрылымы мен модуляция кезеңіне байланысты асқын қаттылық әсерін көрсете алады. Жабындардың функционалды қасиеттері нанодәндердің мөлшері мен формасына, олардың химиялық құрамына, кристалдық фазасына, кристаллдар бағытына, тор құрылымына және ішкі кернеу шамасына көп тәуелді [6-8].

Жоғарыда айтылғандарды назарға ала отырып, осы жұмыстың мақсаты көп қабатты наноөлшемді (TiAlSiY)N/CrN жабындардың фазааралық шекараларда ауыр иондармен сәулеленгенге дейінгі және кейінгі құрылымын, элементтік құрамының ерекшеліктерін зерттеу, сондай-ақ жабындардың механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеу болып табылады.

Материал және зерттеу әдістері

Зерттеу материалы ретінде көп қабатты (TiAlSiY)N/CrN жабындары таңдалды. Эксперименттік зерттеулер Сумы мемлекеттік университетінің ғылыми-зерттеу зертханаларында (Украина), Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің «Veritas» инженерлік профильді зертханасында жүргізілді.

Тәжірибелерде 2,2×2,0 см және қалыңдығы 2 мм-ге дейін болатын тот баспайтын болаттан жасалған үлгілер қолданылды. Механикалық өңдеуден кейін бұл үлгілер азот атмосферасында (реактивті газ ретінде) TiAlSiY және Cr элементтерінің (0,998% тазалық) концентрациясы бар катодтардан алынды. Екі катодты кезектестіріп жабындар ретімен орналастырылды, оның қалыңдығы шамамен 18–20 нм болды. Жалпы жабынның қалыңдығы 4 мкм-ден артық. Әрбір үлгіні 4 бөлікке кесіп, біреуінің бетінің кедір-бұдырлығы Ra = 0,02-0,15 мкм болатынын Nissan High Voltage Co Ltd [9] типті үдеткішпен Au имплантациясы үшін қолданылды, ол [6, 8] жұмыстарда егжей-тегжейлі зерттелген. Иондар ағыны екі электродтан түзіліп, 60 кэВ-қа дейін үдей түсті, ал ағынның ток тығыздығы 1,36 мкА/см^2.

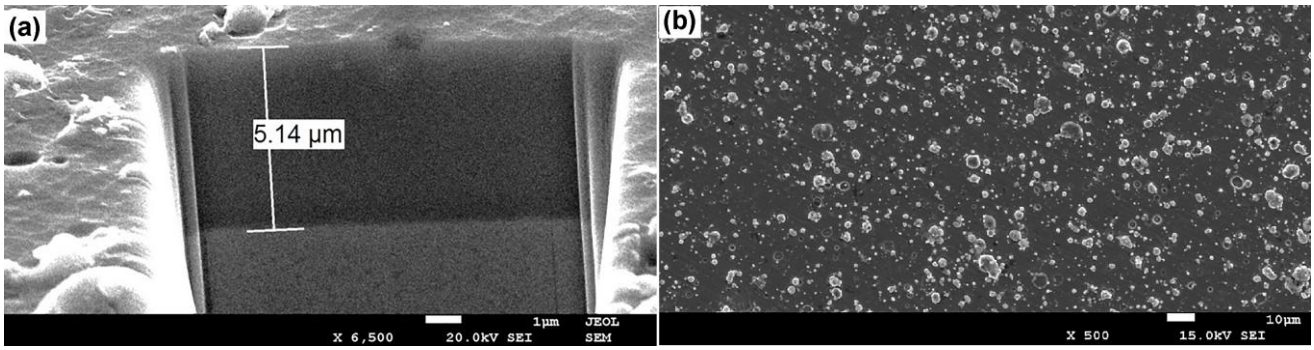
Au^- иондарымен имплантациялаудан кейін, екінші бөліктің үлгілерінің бір бөлігі 1,4 МэВ электро-оптикалық генератордың көмегімен зерттелді, онда $^4He^+$ иондары RBS әдісін қолдану арқылы талдау үшін пайдаланылды және TRIM бағдарламалық жасақтамасын қолдану арқылы тереңдік бойынша элементтің концентрациясының өзгеруі бағаланды. Au^- иондарды имплантациялау аз энергиямен жүргізілгендіктен, жабындардағы талдау тереңдігі 25–27 нм аспады. Бұл геометрияда Au^- иондарының профилін алу қиын болып табылады.

Нәтижелер және талдау

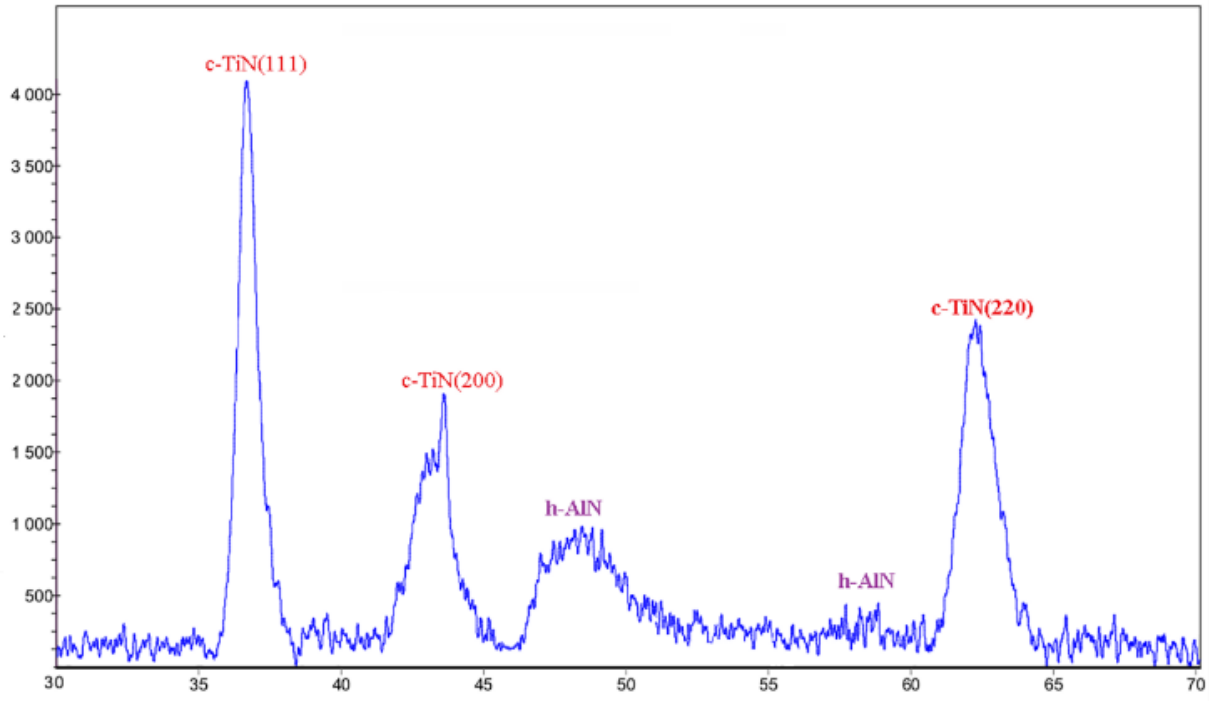
Біраз уақыт бұрын біз (TiAlSiY)N/CrN негізіндегі көпэлементті жабындарды ЭДС-пен РЭМ, рентгендік фазалық талдау әдістері көмегімен зерттедік. Онда (111) текстурасы бар (TiAlN) фазалардың құрылуы анықталды [10]. Енді біз бұл жабындарды өзгерту арқылы тереңірек зерттеуге тоқталдық. Осы жұмыста TiAlSiN/CrN нанокомпозитті жабындарды Au^- иондарымен имплантациялауға дейінгі және кейінгі зерттеулері келтіріліп отыр.

Эксперименттік зерттеулер нәтижелері көрсеткендей, тамшылардың фракциясына байланысты беттің кедір-бұдыры өте жоғары және бірнеше мкм-ге жетеді. 1а, б суреттен өткір ионды ағынмен алынған жабынның көлденең қимасын көреміз. Кесіндідегі жабынның қалыңдығы шамамен 5,14 мкм құрайды. Жабынның құрамы және оның интегралды спектрі: 19,37 ат.% Ti, 7,18 ат.% Al, 0,39-0,85 ат.% Si, 18,0-18,2 ат.% Cr, легирленген 0,29-0,32 ат.% Y, және қалғаны 54,35 - 54,84 ат.% N. Содан кейін Au^- иондарменын имплантациялау үшін бетінің кедір-бұдырлығы 0,02-0,15 мкм болатын жылтыратылған үлгі қолданылды.

2-суретте 1,68 мкм ену тереңдігінде тұндырылған үлгінің GI-XRD талдау нәтижелері берілген. (111) жазықтық бойынша осьтік текстураның таңдаулы бағыты байқалады, NaCl (JCPDS 38 - 1420) типті Fm3m симметрия тобының ГЦК торына келетін (200) және (220) негізгі пиктері айқын көрінеді. AlN гексагональды фракцияларының галоидті шағылыстары, сондай-ақ метастабильді интерметалдық қосылыстардың іздері бар. Тор периоды a = 0.4193, бұл кестелік міндерден аз (0,4235 нм), стехиометриялық фазаның қалыптасуы легирленген кірістердің болуымен түсіндіріледі. Дебай-Шеррер формуласы бойынша есептелген КӘЖ КСО мәні шамамен 7-8 нм болды. Титан нитридті жабындардың әр түрлі біртектілігімен ерекшеленетініне қарамастан, тор периодының [11] стехиометриялық азот құрамынан ауытқуы байқалады (Ti = 19,37% және N ~ 54% біздің жағдайымызда).



1-сурет. (TiAlSiY)N/CrN сәулеленбеген жабындардың бетінің морфологиясы (b) және оның көлденең қимасының (a) SEM суреттері

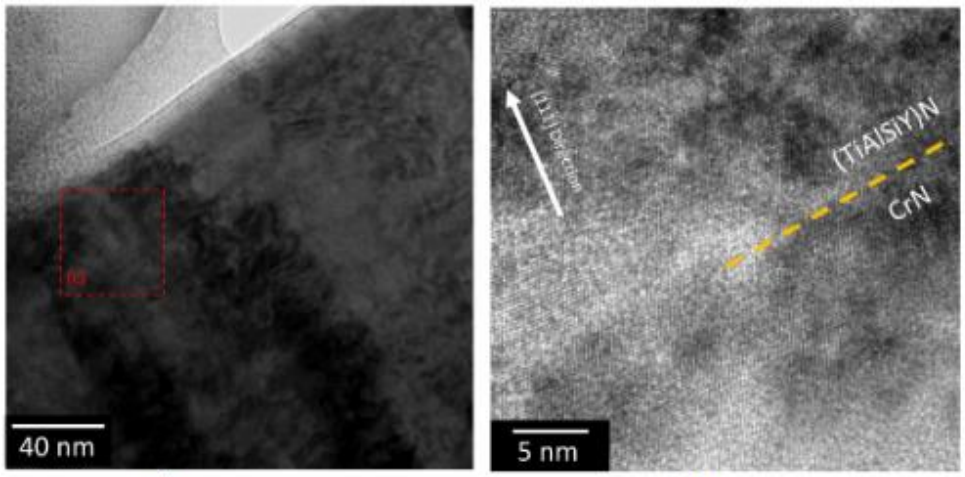


2-сурет. Бастапқы (имплантацияланбаған) (TiAlSiY) N-жабындының GI-XRD рентгенограммасы (түсу бұрышы 15°)

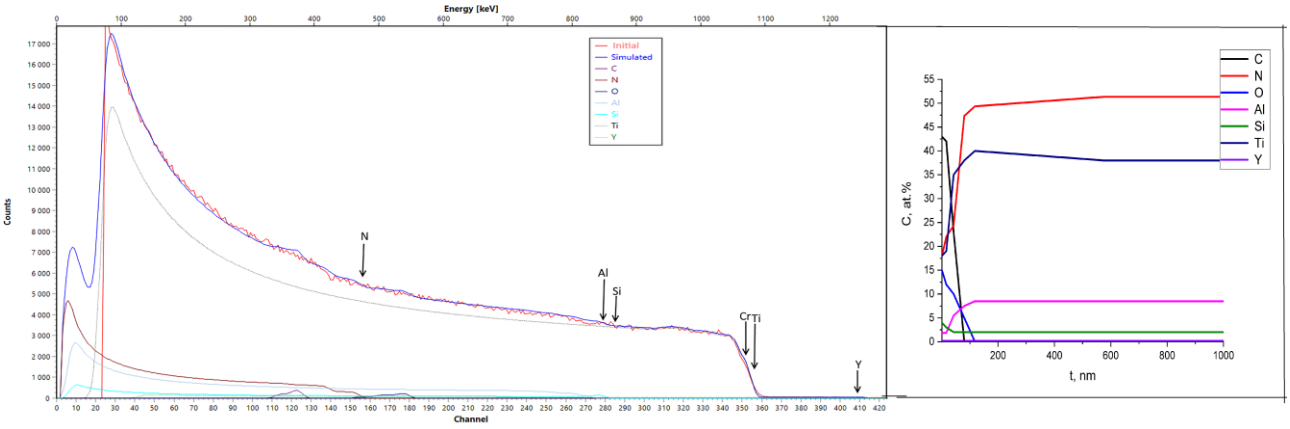
Бір сериядағы (құрамы бірдей) үлгілер Раман спектроскопиясы және рентгендік фотоэлектронды спектроскопия (XPS) әдістерімен зерттелген [12]. Раман зерттеулері рентгендік құрылымдық зерттеулермен, TiN шыңының кубтық фазалары мен XRD спектрінен алынған гексогональды AlN шыңына қатынасы оптикалық және акустикалық тербелістердің режимдерімен сапалы сәйкес келеді. Жабынның жоғарғы қабаттарын рентгендік фотоэлектрондық спектроскопиялық зерттеулері радиациямен қоздырылған процестер нәтижесінде Si және N-диффузиясына көрсетеді.

(TiAlSiY)N/CrN тұнба жағылған жабынның таңдалған дифракциялық ауданы және TEM кескіндері 3 суретте көрсетілген. 3 (a) суретте жарық өрістегі TEM кескіні үлгінің жоғарғы бетін көрсетеді. TEM кескіндері қабығының (пленка) бағаналы өсуін көрсетеді. 3 (b) сурет 3 (a) суретте көрсетілген таңдалған аймақтың дифракциялық көрінісін береді. Таңдалған дифракция аймағында (3b-суретте) 2-суреттегі рентгендік дифракцияның нәтижелеріне сәйкес келетін өсудің {111} құрылымын көрсетеді.

3 (b) суретте (TiAlSiY)N/CrN қабаттарының бір интерфейсінің HRTEM суретін көрсетеді. Бұл сурет ([110] бағдарланған кристаллмен) екі қабаттың да текше болатындығын және құрылым мен бағыт интерфейсте сақталатынын көрсетеді. <111> бағытындағы қосымша өсу одан әрі {111} қабықша текстурасын көрсетеді.



3-сурет. (TiAlSiY)N/CrN тұнба жағылған жабынның ТЕМ құрылымы: (a) үлгінің жоғарғы бетінің ТЕМ жарық өрісі; (b) [110] бағдарлау маңында монокристалл матрицаны көрсететін белгіленген облыстың HRTEM-і.



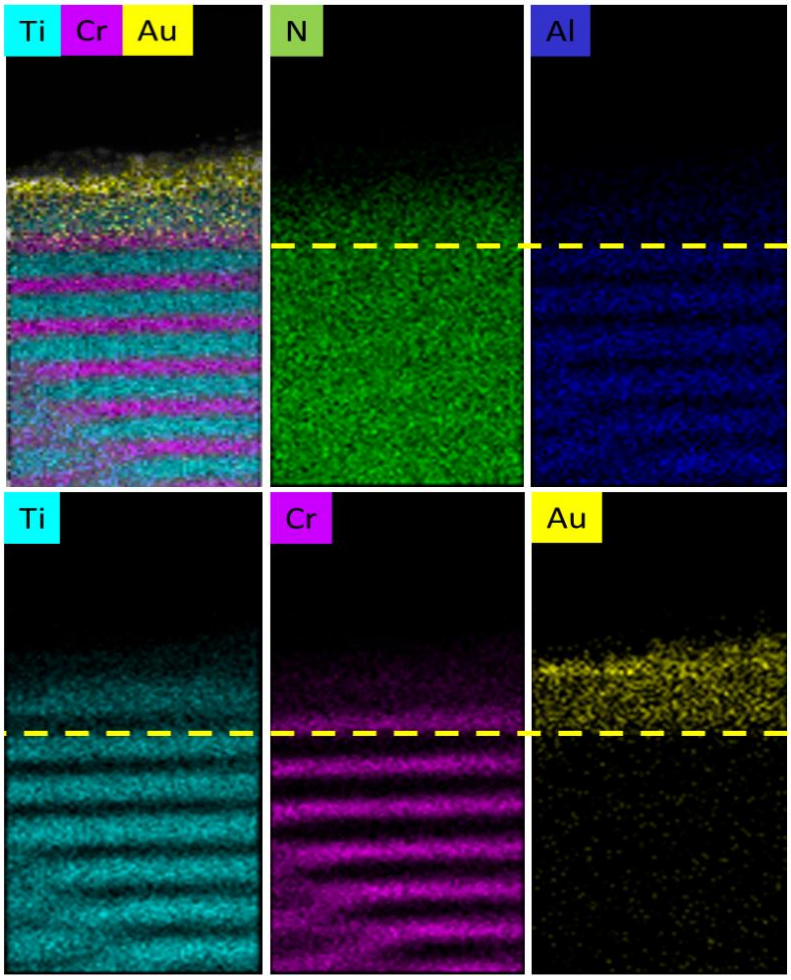
(a) (b)

4-сурет. (TiAlSiY)N/CrN көпқабатты жабынның RBS спектрі (a), тереңдікке тәуелді элементтер құрамының профилдері (b)

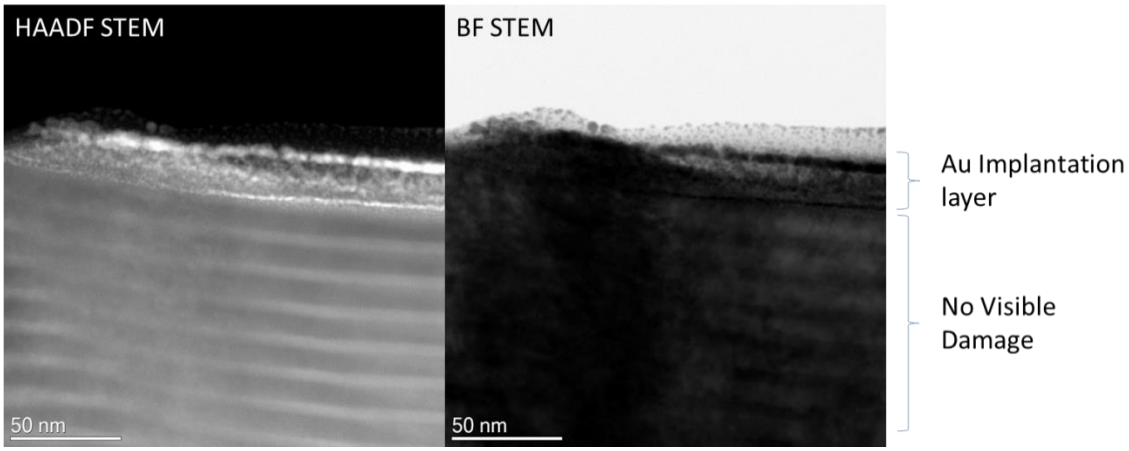
4а суретте Au^- иондармен сәулеленуден бұрын алынған үлгілер үшін алынған RBS спектрлері көрсетілген. Суретте N, Al, Si, Ti, Cr және Y 0,15 - 0,17.% жабын элементтерінің кинематикалық шекаралары анық көрсетілген. Жабын элементтерінің тереңдік профилдері (сурет 4б) RBS спектрінен алынған. Өкінішке орай, бұл иондық ағын геометриясы кішкентай қалыңдығына (≤ 20 нм) байланысты алынған RBS спектрлеріндегі қабаттарды бөлу іс жүзінде мүмкін болмады.

Имплантацияланған Au жабындыларын HAADF-STEM және EDX картаға түсіру 5-суретте көрсетілген. Au иондарының ену тереңдігі шамамен 18–20 нм болды және CrN қабатына шамамен 5 нм енді.

Бұл EDX деректері (TiAl)N/CrN беткі екінші қабатына имплантацияның әсерін көрсетеді. Бұл Ti және Al әртүрлі ауыспалы қабаттардың элементтері болғандықтан Cr-мен қарама-қарсы фазада болатынын көрсетеді. Бұл өсу параметрлерімен және SIMS нәтижелерімен байланыста болады. Алайда, Au имплантациясының әсер етуі күтілетін жоғарғы бетінде элемент концентрациясы теңсіздік күйінде болады. Имплантацияланған аймақтың жоғарғы бөлігіндегі азот концентрациясы Au иондарының тұндыруының жоғалуына байланысты айтарлықтай төмендеді. Si және Y сигналдары мұнда көрсетілмеген, өйткені сигналдар өте әлсіз болғандықтан, оларды EDX (<1%) көмегімен сенімді түрде анықтау мүмкін болмады. Бұл Au иондарының (TiAlSiY) қабатына толықтай еніп (EDS сәйкес) және CrN қабатына тоқталып ионның ену тереңдігі шамамен 20 нм болатындығын көрсетеді.

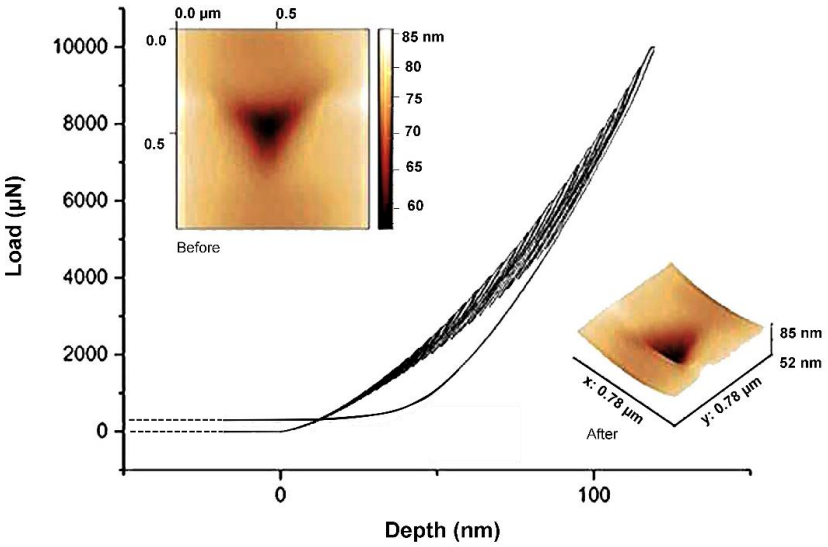


5-сурет. Au^- имплантацияланған (TiAlSiY)N/CrN қабаттарының HAADF-STEM мен EDX көрінісі және N, Al, Ti, Cr мен Au кеңістіктегі таралуын көрсететін EDS элементтік карталар кескіні. Үзік сары сызықтар Au иондарының қабаттарға енуін көрсетеді.



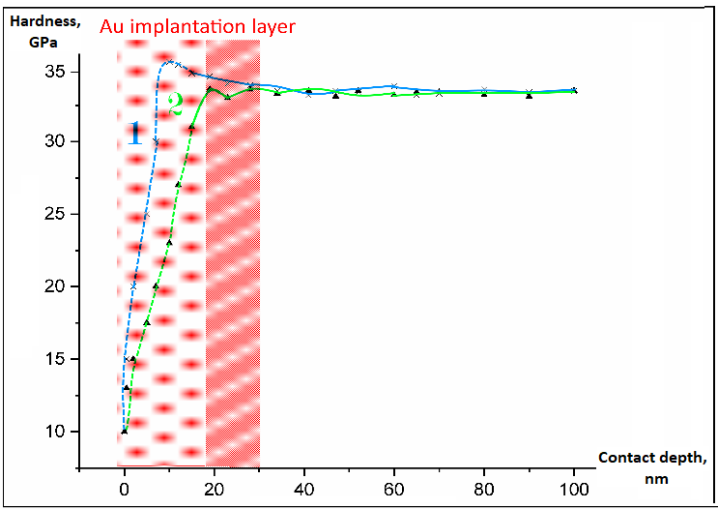
6-сурет. Беткі қабаттардың HAADF- және BF-STEM

6 суретте (TiAlSiY)N/CrN жабынның имплантталған қабаттары EDX сызығының профилі көрсетілген, ол 5 суретте көрсетілгендей деректер жиынтығының жоғарғы бөлігінен төменнен жоғары алынған. 5. Бұл Au^- иондар имплантацияланған ауданға біркелкі таралмайтынын көрсетеді. Au ең үлкен концентрациясы бетке жақын орналасқан (10 нм жұқа қабатпен).



7-сурет. (TiAlSiY)N/CrN көпқабатты жабын үшін алынған жүктеме-жүктемені түсіру қисығы және иондық имплантацияға дейінгі және кейінгі индентордың АСМ көріністері

7-суретте индентордың ұшына түсетін жүктеменің (500 мкН-ден 9,5000 мкН-ге дейін, динамикалық жүктеме режимі) жаншылу тереңдігінен тәуелділігі көрсетілген. Беркович инденторының ұшының (жоғарғы бұрышы) және имплантацияға дейінгі және кейінгі (төменгі бұрышы) іздері кірістірілген суретте көрсетілген. Индентордың ену тереңдігі имплантацияланған үлгілер үшін артты, бұл сәулеленуден кейін нанотқырлықтың азаюын көрсетеді. H/E* икемділік индексі елеусіз төмендеді және 0,1-ден 0,096-ға дейін өзгерді, бұл әлі де физикалық сипаттамалардың жақсаруын көрсетеді, яғни, егер тиісті құжаттарға жүгінсек [1-16], тозуға төзімділіктің ұлғаюын көрсетеді.



8-сурет. Көп қабатты (TiAlSiY)N/CrN жабынның қаттылығының таралуы: 1-жаққаннан кейінгі, 2- Au имплантацияланған

Иондық имплантацияға дейінгі және кейінгі (TiAlSiY)N/CrN үлгілердің наноқаттылықтарын өлшеуде (8 сурет) H=35,5 және E=367±2,8 ГПа (имплантацияға дейін) H=33,6±0,3 ГПа және E=348±2,6 ГПа (имплантациядан кейін) аздаған төмендеуді көрсетті.

Қорытынды

Сонымен, имплантацияға дейінгі және кейінгі (TiAlSiY)N/CrN көп қабатты нитридті жабындардың құрылымын зерттеудің эксперименттік нәтижелері негізінде келесі қорытындылар жасауға болады:

- көпқабатты нанокомпозитті жабындарды Au^- жоғары дозаларымен имплантациялау оның беткі қабаттарында құрылымдық және композициялық өзгерістерді тудыратыны анықталды.

- Au^- иондар имплантацияланған ауданға біркелкі таралмайтыны және Au ең үлкен концентрациясы бетке жақын орналасқандығы (10 нм жұқа қабатпен) анықталды.

- ауыр иондар беткі екінші қабатқа дейін (~25-30 нм) еніп, EDS зерттеулеріне сәйкес сызықты емес таралумен Au байытылған облысын құратыны белгіленді.

- имплантацияланған жабынның наноқаттылығы 33,6 ГПа-ға дейін және серпімділік модулі 348 ГПа-ға дейін төмендегендігі, бірақ сонымен қатар, алынған икемділік индексі де артқандығы анықталды.

Авторлар осы мақаладағы жасалған эксперименттер және оны жазуда көмек көрсеткендері үшін Richard D. Tilley, Yoshihiko Takeda, KeijiOyoshi, Oleksandr V. Bondar, Vladimir V. Buranich, Stanislav V. Konstantinov, Marek Opielak, Pawel Zukowski, Piotr Konarski алғыс білдіреді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Pogrebnjak, A.D.; Tolopa, A.M. A review of high-dose implantation and production of ion mixed structures. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect., B* 1990, *32*, 25–43.

[2] Pogrebnjak, A.D.; Bratushka, S.N.; Beresnev, V.M.; Levintant-Zayonts, N. Shape memory effect and superelasticity of titanium nickelide alloys implanted with high ion doses. *Russ. Chem. Rev.*, 2013, *82*, 1135–1159.

[3] Pogrebnjak, A.D.; Yakushchenko, I.V.; Bondar, O.V.; Sobol', O.V.; Beresnev, V.M.; Oyoshi, K.; Amekura, H.; Takeda, Y. Influence of implantation of Au ions on the microstructure and mechanical properties of the nanostructured multielement (TiZrHfVNbTa)N coating. *Phys. Solid State*, 2015, *57*, 1559–1564.

[4] Pogrebnjak, A.D.; Yakushchenko, I.V.; Bondar, O.V.; Beresnev, V.M.; Oyoshi, K.; Ivasishin, O. M.; Amekura, H.; Takeda, Y.; Opielak, M.; Kozak, C. Irradiation resistance, microstructure and mechanical properties of nanostructured (TiZrHfVNbTa)N coatings. *J. Alloys Compd.*2016, *679*, 155–163.

[5] Komarov, F.F. Ion Beam Modification of Metals. *Gordon and Breach*1992, 249.

[6] Mayrhofer, P.H.; Mitterer, Ch.; Hultman, L.; Clemens, H. Microstructural design of hard coatings. *Prog. Mater. Sci.*2006, *51*, 1032-1111.

[7] Osés, J.; Palacio, J.F.; Kulkarni, S.; Medrano, A.; García, J.A.; Rodríguez, R. Antibacterial PVD coatings doped with silver by ion implantation. Appl Surf Sci. 2014, 310, 56-61.

[8] Hernández-Sierra, J.F.; Ruiz, F.; Pena, D.C.; Martínez-Gutiérrez, F.; Martínez, A.E.; Guillén Ade, J.; Tapia-Pérez, H.; Castañón, G.M. The antimicrobial sensitivity of Streptococcus mutans to nanoparticles of silver, zinc oxide, and gold. Nanomedicine. 2008, 4(3), 237-240.

[9] Panin, V. E.; Korotaev, A. D.; Makarov, P. V.; Kuznetsov, V. M.; Physical mesomechanics of materials. *Russ. Phys. J.* 1998, *41*, 856-884.

[10] Alton, G.D.; Mori, Y.; Takagi, A.; Ueno, A.; Fukumoto, S. A high brightness plasma sputter heavy negative ion source. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res*. 1989, *40–41*, 1008-1013.

[11] Baimoldanova L.S.; Pogrebnjak A.D.; Kravchenko Ya.O.; Coy L.E.; Iatsunskyi I.; Uazyrkhanova G.K. Nano-multilayered coatings of (TiAlSiY)N: influence of the alternating layer on their structural and mechanical properties. MATERIALS of the International scientific-technical conference in honor of the 60th anniversary of the D. Serikbayev EKSTU, «THE ROLE OF UNIVERSITIES IN CREATING AN INNOVATIVE ECONOMY», Ust-Kamenogorsk, 2018.

[12] 24 Shou, J. W.; Elazar, Y.G.; Gotman, I. Titanium Nitride Coatings on Ti Alloys by PIRAC for Orthopedic Implants. *Key Eng. Mat.*2010, *434-435*, 481-484.

[13] Kravchenko, Ya.O.; Coy, L.E.; Peplińska, B.; Iatsunskyi, I.; Załęski, K.; Kempiński, M.; Beresnev, V.M.; Konarski, P.; Jurga, S.; Pogrebnjak, A.D. Nano-multilayered coatings of (TiAlSiY)N/MeN (Me=Mo, Cr and Zr): Influence of composition of the alternating layer on their structural and mechanical properties. *J. Alloys Compd*. 2018, *767*, 483-495.

[14] Youssef, A.A.; Budzynski, P.; Filiks, J.; Kobzev, A.P.; Sielanko, J. Improvement of wear and hardness of steel by nitrogen implantation. *Vacuum*2004, *77*, 37-45.

[15] Pogrebnjak, A.; Sukhodub, L.; Sukhodub, L.; Bondar, O.; Kumeda, M.; Shaimardanov, B.; Shaimardanov, Z.; Turlybekuly, A. Composite material with nanoscale architecture based on bioapatite sodium alginate and ZnOmicroparticles. *Ceram. Inter.*2019, *45*, 7504-7514.

[16] Stanislavov, A.S.; Sukhodub, L.F.; Sukhodub, L.B.; Kuznetsov, V.N.; Bychkov, K.L.; Kravchenko, M.I. Structural features of hydroxyapatite and carbonated apatite formed under the influence of ultrasound and microwave radiation and their effect on the bioactivity of the nanomaterials. *Ultrason. Sonochem.*2018, *48*, 84-96.

Баймолданова Л.С., Погребняк О.Д., Конг Ч., Уазырханова Г.К.

Влияние ионной имплантации ионов золота и межфазных границ на микроструктуру, элементный состав и механические характеристики нанослойного покрытия (TiAlSiY)N/CrN

Резюме. Были изучены особенности поверхностной обработки многослойного нанокомпозитного покрытия на основе (TiAlSiY)N/CrN- методом имплантации тяжелых ионов Au^-. Микроструктуру, фазовое состояние, элементный состав и образование дефектов изучали с использованием XRD, SEM с EDS, RBS,

SIMS, HRTEM, STEM и наноиндентированием. Рассмотрены механизмы образования дефектов в локальных областях, таких как межузельные петли, а также перераспределение элементов на межфазной границе отдельных монослоев TiAlN / CrN. Имплантированные покрытия также показали небольшое снижение (менее 2%) твердости наряду с увеличением пластичности.

УДК 669.018.44

Б.К. Балбекова, А.А. Серикова
(Карагандинский государственный технический университет,
Казахстан, г. Караганды, e-mail: bahabal@mail.ru, aigerim_akbaeva@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОЛЗУЧЕСТЬ И ДЛИТЕЛЬНУЮ ПРОЧНОСТЬ КОТЛОВЫХ СТАЛЕЙ.

Аннотация: в данной статье приводится обзор свойств жаропрочных котельных сталей, описаны основные критерии их работоспособности и их зависимость от состава материала и термообработки. Приведена справочная информация касательно некоторых наиболее распространенных котельных сталей, их прочностные характеристики, химический состав; в качестве сравнения приведены данные по температуре и прочности для углеродистых и высоколегированных жаропрочных сталей. Проведено сравнительное исследование способов увеличения длительной прочности и уменьшения ползучести котельных сталей путем введения в состав сплава различных химических элементов (легирования), кратко описаны количественно-качественные характеристики наиболее часто применяемых легирующих элементов и механизм их действия. Исходя из особенностей химического состава жаропрочных сталей, исследованы способы термической обработки, описан механизм действия и этапы термической обработки для получения оптимальных прочностных характеристик.

Ключевые слова: жаропрочная, котельная ползучесть, дисперсионное твердение, легированная.

Котельные стали, т.е. стали используемые для изготовления котельного оборудования, пароводяных нагнетательных трубопроводов, обменников, ресиверов и прочего оборудования, работающего под избыточным давлением в условиях высоких температур (до трети от температуры плавления) относятся к виду жаропрочных сталей. В зависимости от назначения, рабочей среды и условий эксплуатации данные стали имеют различный фазный и химический состав, систему легирования и вид термического и механического упрочнения для оптимального соотношения работоспособности материала с его стоимостью. Основные критерии работоспособности сталей данного вида – ползучесть (непрерывная деформация под воздействием постоянных нагрузок) и длительная прочность (сопротивление материала разрушению под действием непрерывной или периодической нагрузки, и высоких температур).

Жаропрочные свойства котельных сталей в первую очередь определяются:

- температурой плавления основного по массе компонента стали;
- легирующими компонентами;
- видом и количеством этапов термической обработки, определяющими структурное состояние сплава.

Основой жаропрочных сталей являются твёрдые перенасыщенные растворы, способные к дополнительному упрочнению вследствие дисперсионного твердения и выпадения в осадок карбидов легирующих металлов [3].

Являясь сложным конгломератом компонентов, сталь крайне чувствительна к изменениям своего химического состава, что открывает широкие возможности для усовершенствования ее физико-химических свойств путем введения легирующих элементов. Для всех сортов жаропрочных сталей характерно содержание (строго регламентированное) углерода, кремния и марганца, а также крайне малые примеси вредоносных, но довольно трудноизвлекаемых элементов - фосфора и серы [4]. При отсутствии других легирующих элементов данные стали считаются углеродистыми (примеры: 12К, 15К, 22К – где 12…22 – содержание углерода в сотых долях процента, К – сталь котельная). Углеродистая сталь удовлетворительно работает только при температурах ниже 450 ^{0}С. При 400 ^{0}С у углеродистых сталей начинают проявляться процессы ползучести, которые имеют тенденции к сильному ускорению при повышении температуры, например, скорость ползучести стали 12К удваивается при увеличении на температуры каждые 12 ^{0}С при постепенном уменьшении прочности стали (см. табл.1).

Таблица 1. **Номинальные допустимые напряжения для труб из углеродистых сталей при разных температурах**

Марка стали	Временное сопротивление разрыву, МПа	Температура, ^{0}C								
		200	260	300	340	380	400	420	440	460
Ст2	350	105	93	85	-	-	-	-	-	-
Ст3	390	117	103	94	-	-	-	-	-	-
Ст4	430	128	111	-	-	-	-	-	-	-
10	360	109	96	88	-	-	-	-	-	-
15К	400	121	106	97	79	71	67	63	52	41
22К	450	142	129	122	87	77	73	69	58	46
25К	480	148	127	115	104	82	87	81	67	51

Высоколегированные жаропрочные стали из-за различных систем легирования относятся к различным классам [6]:

- ферритные (08Х17Т, 1Х13Ю4, 05Х27Ю5),
- мартенситные (20Х13, 30Х13),
- мартенситно-ферритные (15Х12ВН14Ф),
- аустенитные (37Х12Н8Г8МФБ).

Наибольшей жаропрочностью обладает хромоникелевая сталь Х18Н12Т аустенитного класса, так называемая нержавеющая, в которой легирующие добавки хрома и никеля достигают до 30 % массы сплава [3]. Данный сплав используется для изготовления высоконагруженных узлов и агрегатов с рабочей температурой 570-650 ^{0}C. Кроме хрома и никеля в ее состав входит небольшое количество (до 1%) титана, стабилизирующего структуру стали при высоких температурах. Механические свойства стали Х18Н12Т представлены в таблице 2 [6].

Таблица 2. **Механические свойства Х18Н12Т при испытаниях на длительную прочность**

Температура испытания, °С	Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести %/ч	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч
600	74	1/100000	132-167 98-127	10000 100000
700			53-71 34-44	10000 100000

При сравнении данных таблиц 1 и 2 видно огромную разницу между углеродистыми котельными сталями и высоколегированной жаропрочной нержавеющей сталью. Рассмотрим основные легирующие добавки сталей и их свойства.

• Титан (Ti):

Самый эффективный, за исключением тантала и ниобия, легирующий металл для изготовления высокожаропрочных сталей и сплавов. Вводимый в небольших количествах (0,1—0,3%), титан улучшает их длительную прочность при высоких температурах. При введении в больших количествах в сложнолегированные жаропрочные стали титан снижает их твердость и повышает пластичность при воздействии высоких температур, чем значительно ухудшает их жаропрочные свойства. Данные изменения обусловлены тем, что титан связывает углерод в стойкие карбиды, которые при последующей термической обработке в процессах дисперсионного упрочнения участия не принимают.

• Хром (Cr):

Хром повышает сопротивление стали окислению при высоких температурах, увеличивает температуру, необходимую для рекристаллизации фаз, сопротивление ползучести и длительную прочность, причем этот эффект пропорционален содержанию хрома в сплаве. В отношении повышения жаропрочных свойств хром также оказывает положительное влияние, но он менее эффективен, чем молибден и ванадий.

На рис. 1 [1] показано влияние хрома на изменение механических свойств и длительную прочность сложнолегированной аустенитной стали. Максимум жаропрочности в данной системе относится к 9—15% Сг. Хром образует с углеродом карбиды, которые, выделяясь в результате дисперсионного твердения при старении, упрочняют стали аустенитного класса. Однако это упрочнение легко снимается с повышением температуры испытания вследствие склонности карбидов хрома к слиянию зерен, что приводит к появлению местных напряжений на их границах. Карбиды хрома обладают невысокой термической стойкостью, поэтому повышение жаропрочности аустенитных сталей за счет образования только этих карбидов не слишком эффективно. Стоит отметить, что повышенное содержание титана в высоколегированных хромоникелевых сплавах ведет к ухудшению свойств стали ввиду гораздо более низкого содержания карбидов хрома.

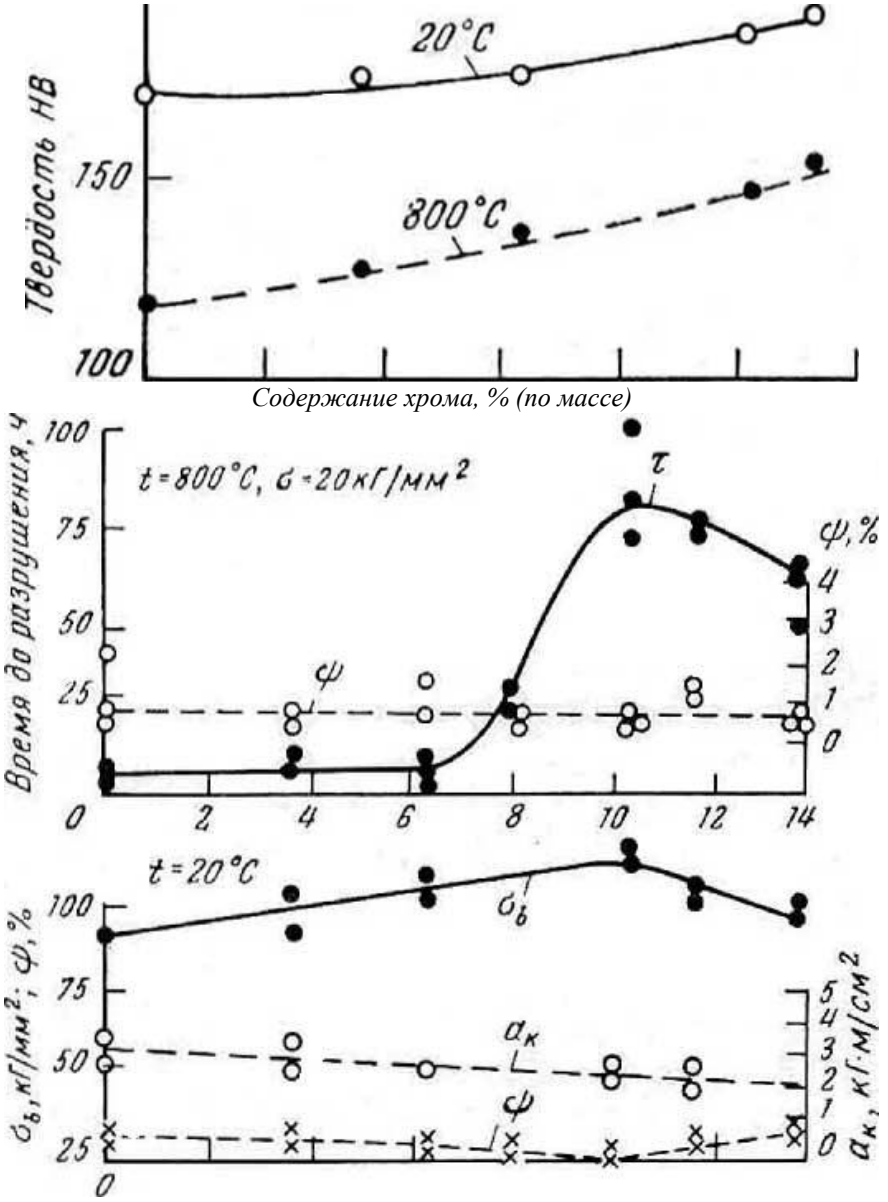


Рис. 1. Влияние хрома на изменение механических свойств стали с 0,6% С; 20% Ni; 6% Мп; 2% V; 1,40%Mo; 1,5% Nb

При чрезмерном увеличении содержания хрома в высоколегированных жаропрочных аустенитных сталях наблюдается резкое падение жаропрочности ввиду появления ферритной составляющей в аустенитной структуре стали.

• Молибден (Мо)

Введение молибдена в аустенитные хромоникелевые стали повышает температуру рекристаллизации твердых растворов и тормозит их разупрочнение. Эффективность влияния молибдена

на жаропрочные свойства сложнолегированных сталей и сплавов увеличивается, когда его вводят в сплав одновременно с другими элементами, в том числе элементами, вызывающими процессы дисперсионного твердения. В этом случае молибден препятствует коагуляции карбидов хрома, никеля и титана, рекристаллизации твердых растворов железа, чем препятствует разупрочнению сплава при высоких температурах. В жаропрочных сплавах на железной основе с интерметаллидами молибден увеличивает предел ползучести. В ряде сплавов молибден образует фазы типа Fe_2Mo, способствуя еще большему повышению жаропрочности за счет процессов дисперсионного твердения.

Влияние термообработки на прочностные характеристики жаропрочных сталей.

В тесной связи с жаропрочностью котельных сталей находится режимы термообработки заготовок и готовых изделий. Термообработка воздействует на структуру (увеличение зерен, соотношение и количество дисперсных фаз, их пространственное распределение).

Первичный этап термообработки сталь испытывает еще в процессе изготовления на прокатном стане. После окончания проката готовое изделие проходит через камеру подачи воды под давлением, где происходит ускоренное охлаждение поверхности, которая затем опять нагревается за счет горячей сердцевины. Образуется микроструктура «естественного композита» - слои мартенсита отпуска, перемежаемые бейнитом, при мелкозернистой ферритно-перлитной сердцевине. «Естественный композит» увеличивает предел ползучести и длительную прочность сталей, но данная структуре склонна к распадению при увеличении температуры, поэтому стали (09Г2С, 12Г2С), прошедшие такую термообработку не подходят для изготовления узлов и деталей, работающих под давлением при воздействии температур более 400 ^{0}С в течение длительного времени.

Основной вклад в прочностные характеристики жаропрочных сталей аустенитного класса вносит эффект дисперсионного упрочнения, т.е. создание в пространственной структуре сплава устойчивой фазы, образующейся при выпадении ее в осадок из твердого раствора. Для достижения максимальных прочностных характеристик жаропрочные стали подвергают двойной обработке, состоящей из закалки и искусственного старения. Стоит отметить, что закалка жаропрочных и углеродистых сталей различается по своему эффекту. Нагрев и выдержка при высокой температуре при закалке дисперсионно-твердеющих жаропрочных сталей служит для растворения избыточных фаз карбидов и интерметаллических включений в твердом растворе и укрупнению зерен. Время выдержки и температура пропорциональна требуемому размеру зерен. Скорость и среда охлаждения менее важна для желаемого эффекта упрочнения, нежели в случае углеродистых сталей, так как при нагреве и охлаждении запускаются механизмы дисперсионного твердения (старения). Дисперсионное твердение или старение сталей и сплавов может быть:

- диатермическое: происходит при нагреве или непрерывном росте температуры;
- кататермическое: происходит при охлаждении или непрерывном падении температуры;
- изотермическое: происходит без изменения температуры (зависит от времени выдержки.)

Таким образом, нет необходимости в обеспечении быстрого охлаждения сплавов после высокотемпературного нагрева. Необходимое упрочнение сплавов той или иной группы может быть достигнуто в результате естественного кататермического или искусственного изотермического старения, или, наконец, в результате их комбинаций.

Двойная закалка. Для некоторых, особенно содержащих значительное количество упрочняющей фазы, сплавов наилучшее сочетание механических свойств получается после двойной закалки (нормализации). Первая высокотемпературная нормализация (1170-1200 °С) обеспечивает образование гомогенного твердого раствора и сравнительно крупное зерно, способствующее наиболее высокому сопротивлению ползучести. Вторая низкотемпературная нормализация (1000-1100 °С) с последующим охлаждением в печи или на воздухе приводит к выделению карбидов по границам зерен и образованию упрочняющей фазы различной дисперсности. У многих сплавов — ХН70ВМТЮ, ЭИ929, ХН35ВТЮ — после двойной закалки с последующим старением значительно повышаются жаропрочные и пластические свойства.

Дисперсионное твердение (старение). Для получения высоких прочностных свойств почти все высоколегированные жаропрочные стали перед эксплуатацией подвергают дисперсионному твердению (выделению дисперсных фаз из твердого раствора). Процедура дисперсионного твердения довольно сложна и зависит от качественного и процентного состава легирующих компонентов. Суть метода заключается в нагревании стали до 980…1200 ^{0}С с выдержкой температуры в течении нескольких часов. Высокая температура способствует увеличению зерен в металле с выпадением в осадок карбидов легирующих металлов на границах зерен, что способствует созданию устойчивого

трехмерного микронного «каркаса» карбидов и интерметаллидов, который препятствует разрушению структуры металла при напряжениях и воздействии высоких температур. Более подробная информация о режимах термообработки жаропрочных сплавов представлена в таблице 3 [5].

Таблица 3

Сплав	1-я закалка		2-я закалка		Окончательное старение	
	Температура, °С	Время, *ч*	Температура, °С	Время в *ч*	Температура, °С	Время, *ч*
ЭИ435	980..1020	0,5	—	—	—	—
ХН77ТЮР	1080	8	—	—	700..750	16
ХН70ВМТЮ	1200	2	1050	4	800	16
ХН35ВТЮ	1180	2,5	1050	4	750..800	16
ЭИ445Р	1200	4..6	—	—	850	15..20
ЭИ893	1160	2	—	—	800	12
ЭИ929	1220	2	1050	4	850	8
ЭИ867	1220	4..10	—	—	950	8
ЭН867	1180	6	1000	8	850	16
ЭИ661	1200	10..15	950..1050	5..8	—	—
ЖС6К	1200	4	—	—	—	—

Снятие напряжений. Для снятия напряжений, возникающих вследствие механической, термообработки, а также в процессе эксплуатации, используется отпуск. Готовые изделия из жаропрочных сплавов подвергают отпуску при 400-700 °С с выдержкой в течение нескольких часов. Точное время зависит от размеров изделия. Более высокие температуры запускают механизмы старения сплава, поэтому для некоторых высоколегированных сплавов отпуск совмещают со старением для полного снятия внутренних напряжений как окончательную обработку изделия перед пуском его в эксплуатацию.

Заключение: приведенная в данном исследовании информация показывает влияние правильно подобранного сочетания химико - фазного состава, температуры, времени и типа термообработки на важнейшие механические характеристики жаропрочных котельных сталей. Кратко обозначены основные механизмы упрочнения жаропрочных сталей, исследованы свойства легирующих компонентов, основные виды применяемой термообработки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Антикайн *П. А*. Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 368 с.: ил.

[2] Бернштейн М.Л., Займовский В.А., Капуткина Л.М. Термомеханическая обработка стали. – М.: «Металлургия», — 1983. – 431 с.: ил.

[3] Борздыка А. М., Цейтлин В.З. Структура и свойства жаропрочных сплавов в связи с термической обработкой НТО МАШПРОМ. - М.: «Машиностроение», 1967. – 48 с.: ил.

[4] Гинзбург-Шик Л.Д. Тепломеханическое оборудование тепловых электростанций. – М.: Энергия, 1978. – 272 с., ил.

[5] Приданцев М. В. Жаропрочные стареющие сплавы. - М.: «Металлургия», 1973. - 184 с.: ил.

[6] Сорокин В.Г. Стали и сплавы. Марочник. – М.: «Интермет Инжиниринг», 2001 – 608 с.

[7] Томилин В.И. Физическое материаловедение: Учебное пособие. – М: Инфра-М. 2016 – 272 с.

[8] Чередниченко В.С. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Том 1. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 328 с.

[9] Черных В.Я. Специальное материаловедение. - Спб.: Гиорд, 2007 - 264 с.

Балбекова Б.К., Серикова А.А.

Легирленген элементтер мен термиялық өңдеудің қазандық болаттарының созылмалы және ұзақ мерзімді беріктігіне әсерін зерттеу.

Түйіндеме. Бұл мақалада ыстыққа төзімді қазандық болаттардың қасиеттеріне шолу жасалады, олардың жұмысының негізгі критерийлері және материалдың құрамына және термиялық өңдеуге тәуелділігі

сипатталған. Ең кең таралған қазандық болаттар, олардың беріктік сипаттамалары, химиялық құрамы туралы анықтамалық ақпарат беріледі. Салыстыру үшін көміртекті және жоғары легірленген ыстыққа төзімді болаттар үшін температура мен беріктік туралы мәліметтер келтірілген. Қорытпаның құрамына әр түрлі химиялық элементтерді (легирлеу) енгізу арқылы ұзақ мерзімді беріктігін арттыру және қазандықтың болаттарының құлауын азайту жолдарын салыстырмалы зерттеу жүргізілді, жиі қолданылатын легирленген элементтердің сандық-сапалық сипаттамалары және олардың әсер ету механизмі қысқаша сипатталған. Ыстыққа төзімді болаттардың химиялық құрамының сипаттамаларына сүйене отырып, термиялық өңдеудің әдістері зерттеліп, оңтайлы беріктік сипаттамаларын алу үшін әсер ету механизмі және термиялық өңдеудің кезеңдері сипатталған.

Түйінді сөздер: ыстыққа төзімді, қазандықтың сығылуы, дисперсияны беріктендіру, легирленген.

Balbekova B.K., Serikova A.A.

The research on the influence of alloying elements and thermal treatment on creep and long-term strength of boiler steels.

Abstract. Annotation: this article provides an overview of the properties of heat-resistant boiler steels, describes the main criteria for their performance and their dependence on the composition of the material and heat treatment. Reference information is given regarding some of the most common boiler steels, their strength characteristics, chemical composition; to compare, data on temperature and strength for carbon and high alloy heat-resistant steels are given. A comparative study of ways to increase the long-term strength and reduce the creep of boiler steels by introducing various chemical elements (alloying) into the alloy is carried out, quantitatively-qualitative characteristics of the most frequently used alloying elements and their mechanism of action are briefly described. Based on the characteristics of the chemical composition of heat-resistant steels, methods of heat treatment are studied, the mechanism of action and stages of heat treatment are described to obtain optimal strength characteristics.

Key words: heat-resistant, boiler creep, dispersion hardening, alloyed.

УДК 636.32

[1]S. Duzelbayeva, [2] B. Kasenova, [2] Z. Akhatova, [1] S. Konuspaev
([1]Al-Farabi Kazakh National University,
[2]Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan
samal_25_78@mail.ru)

THE STUDY OF OPTIMUM CONDITIONS OF WOOL FAT HYDROLYSIS IN ALKALINE MEDIA

Abstract. The optimal conditions for the hydrolysis of sheep's wool in an alkaline environment in the presence of organic solvents is discussed in the article. The appearance of a colloidal solution (emulsion) in the system prevents the hydrolysis of wool fat. It was found that the inclusion of organic additives leads to the destruction of the emulsion and the conversion degree of wool fat hydrolysis increases.

Key words: wool fat, hydrolysis, lanolin, sterols, cholesterol

[1]Дузелбаева С.Д., [2]Касенова Б.А., [2]Ахатова З.С., [1]Конуспаев С.Р.
([1]әль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
[2]Қазақ Ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан
samal_25_78@mail.ru)

НЕГІЗДІК ОРТАДАҒЫ ЖҮН ШАЙЫРЫ ГИДРОЛИЗІНІҢ ОҢТАЙЛЫ ШАРТТАРЫН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Мақалада қой жүнінің шайырын сілтілік ортада, органикалық еріткіштер қатысында гидролиздеудің тиімді жағдайлары қарастырылған. Жүйеде коллоидты ерітіндінің (эмульсия) пайда болуы жүн шайыры гидролизінің жүруіне кедергі келтіреді. Эмульсияны ыдырату үшін жүйеге органикалық қоспаларды қосу арқылы жүн шайырының конверсиялану дәрежесін арттыруға болатындығы анықталынды.

Кілт сөздер:жүн майы, гидролиз, ланолин, стерин, холестерол

Кіріспе

Қой жүнінің майы химиялық құрамы бойынша алифатикалық, терпендік және стериндік спирттердің көміртегі атомдары C_{10}-C_{16} болатын май қатарындағы қышқылдарының күрделі эфирлерінің

қоспасынан тұрады. Бұл спирттердің арасында стероидты дәрілік препараттар мен құс және мал шаруашылығына қажетті малазықтық қоспаларды синтездеуде бастапқы шикізат көзі болып табылатын стериндік спирттер ерекше орын алады. Қазіргі кезде стериндік спирттерді өндірісте ірі қара мал мен қойдың миынан алады, сондықтан стериндердің шикізат базасын кеңейту өзекті мәселе болып табылады. Қой жүнінің майында бос күйінде стериндік спирттер 25% құрайды [1].

Қырқылған қой жүнінің құрамында халық шаруашылығына аса қажетті жүн майының біраз мөлшері болады. Жүн майының құрамы күрделі химиялық қосылыстар, жоғары молекулалық қышқылдар, стериндік және терпендік, алифатикалық спирттер мен эфирлерден тұрады.

Жүн шайырын терең өңдегенде стероидты дәрілік препараттар алудағы шикізат көзі болып табылатын стериндік спирттерді алуға болады. Әлемдік нарықта холестеролдың 1 граммының бағасы 3-тен 5 долларға дейін ауытқуда. Жүн шайырынан 25% дейін оның тең жартысын холестерол құрайтын стериндік спирттер қоспасын алуға болады. Сонымен қатар жүн шайырынан терпендік және алифатикалық спирттер мен май қатары қышқылдары тұздарының қоспасын синтездеуге болады. Терпендік спирттер дәрілік және хош иіс беретін заттар ретінде қолданылады. Май қатары қышқылының тұздары фармацияда, ветеринарияда және косметикада эмульгатор есебінде пайдаланылады [2]. Жүн шайырын терең өңдеу әдісін жасақтау қайтадан қалпына келетін шикізаттан медицина, косметика, ветеринария саласы үшін құнды қосылыстарды алуға мүмкіндік береді.

Стериндік спирттер тобының негізгі өкілі, ланолиннің сапасын анықтайтын холестерол болса, ал терпендік топта негізгісі– ланостерол болып табылады. Холестерол және ланостерол – суда ерімейтін оптикалық активті заттар, циклдік спирттер. Холестерол және оның туындылары стероидты дәрілік препараттар синтезі үшін шикізат [3], сонымен бірге мал шаруашылығында мал азықтық қоспа ретінде де қолданылады. Гидролиз барысында түзілген май қатары қышқылдарының тұздары фармация мен косметологияда эмульгатор есебінде пайдаланылады. Ланолин гидролизінің басқа өнімдері (терпендік және алифатикалық спирттер) халық шаруашылығының әртүрлі салаларында қолданылуы мүмкін.

Ланолиннің стериндік спирттерін сандық анықтаудың негізінде холестерол мен оның туындыларының Либерман–Бурхард реактивімен түсті реакция беру қасиетіне байланысты. Құрамында холестерол болса реакция түсі күлгіннен көк түске, одан әрі жасыл және қоңыр- қызыл түске өзгереді. Егер құрамында ланостерол болса, ерітіндінің түсі қоңыр түстен флюоресценттік жасыл түске енеді [4].

Ұсынылып отырған жұмыстың негізгі мақсаты жүн шайырын гидролиздеу жағдайларын зерттеу, процесті оңтайландыру, еріткіш табиғатының, сілті концентрациясының, әртүрлі органикалық қоспалардың процесске әсерін бақылау және бөліп алынған өнімдерге талдау жүргізу.

Қазақстанда жүн шайырын химиялық тазалау арқылы сусыз фармакопеялық ланолин алынды [5]. Ланолин стериндік спирттер алу үшін шикізат болып табылады.

Авторлардың [6,7] жұмысында, шайыр тәрізді заттардың сабынданууы тәжірибе уақытының ұзақтығымен ерекшеленеді (6-8 сағат). Жүн шайырын қышқыл ортада гидролиздегенде конверсиялану 35-60% аспайды. Сонымен қатар қышқыл ортада изомерлену, тотығу және жүн шайыры құрамындағы күрделі органикалық қосылыстардың деструкциялық процесстері жүруі мүмкін. Сондықтан жүн шайырының гидролизін сілтілік ортада жүргізген тиімді.

Эксперименттік бөлім

Жүн шайырының гидролизі араластыру жылдамдығы 1300 айн./мин болатын кері мұздатқышпен жабдықталған көлемі 100 мл автоклавта жүргізілді. Процесс температурасы 70-120^{0}С аралығында, тәжірибе ұзақтығы 1-6 сағат. Гидролиздеуші агент ретінде әртүрлі концентрациядағы күйдіргіш натрийдің сулы-спирттік ерітіндісі қолданылды. Еріткіш есебінде этил, метил, изопропил және су, ал органикалық қоспа ретінде гексан мен бензол қолданылды. Жүн шайырының конверсия дәрежесі 1г зерттелетін заттың (біздің жағдайда, ланолин) құрамындағы күрделі эфирлердің толық гидролизі нәтижесінде түзілген бос күйіндегі қышқылдардың мөлшерін көрсететін сабындану санымен анықталынды. ҚР Фармокопея талаптары бойынша сусыз ланолиннің сабындану саны 95–105 құрайды. Еріткіш ретінде этил және изопропил спирттерін, органикалық қоспа есебінде гександы қолдану реакциялық қоспада берік эмульсияның түзілуін тоқтатады және жүн шайыры гидролизінің конверсиялану дәрежесін 88-89 % дейін арттырады.

Тәжірибенің алғашқы серияларында 70-85°С температура аралығында (1 кесте) сілтінің концентрациясы мен жүн шайырының массасы өзгертіліп отырды.

Жүн шайырын сілтінің судағы ерітіндісімен араластырғанда берік эмульсияның (коллоидты ерітінді) түзілетіні анықталды. Жүйеде эмульсияның түзілуі реакцияны тоқтататыны байқалды.

Мицелланың түзілуінен шайырдың майлы бөлшектері натрий иондары, гидроксил топтары және диполь моменті бар су молекуласынан тұратын қосэлектрлі қабатпен қоршалады. Мицелланы бұзу үшін мицелланың беріктігін сипаттайтын ξ-потенциал мәнінен асатын сырттан басқа күш беруді қолдану қажет. Ол үшін жүйеге көпвалентті металл катионын енгізу немесе еріткіш құрамын өзгерту арқылы бұл эффектіге жетуге болады.

1-кесте. **Жүн шайырын 70-85°С температура аралығында 50% этил спиртімен гидролиздеу**

Тәжірибе №	Жүн шайырының массасы,г	NaOH %	C_2H_5OH	Гексан, мл	t, мин/сағ	T^0C	Сабындану саны	Конверсия, %
1	1.51	10	50	-	1	70-80	3,97	96
2	1,0	5	50	-	1	80	11,22	88,7
3	1,0	5	50	-	1	80	15,6	78,2
4	1,0	10	50	-	1	86	72,93	27,07
5	5,0	10	50	-	1	85	74,31	55,69
6	5,0	10	50	-	1	82	22,44	77,56
7	5,0	10	50	-	1	85	47,1	52
8	10,0	10	50	-	1	84	39,55	60,05
9	10,0	10	50	-	1,30	85	35,06	64
10	10	10	50	5	1,30	85	33	66,43
11	10	10	50	1	1,30	85	52,73	47,3
12	10	10	50	5	1,30	85	47,68	52,39

Жүн майының конверсиясы тәжірибенің алғашқы үш сериясында жоғары көрсеткіш көрсетті (78,2-96% дейін). Тәжірибенің ортаңғы серияларында жүн шайырының массасын 5 граммнан 10 граммға дейін арттырғанда және температураны жоғарылатқанда гидролиздену конверсиясы 60% дейін жетті. Тәжірибенің соңғы серияларында жүйедегі түзілген эмульсияны бұзу үшін органикалық қоспа гексан қосылды. Бұл жағдайда да конверсиялану дәрежесі орташа шаманы көрсетті.

Мицелланың түзілуін болдырмау үшін жүйеге этанолдың сулы-спирттік қоспасы қосылды. Дегенмен бұл жағдайда да шайырдың конверсиясы артқан жоқ. Температураны өзгерту жүйенің коагуляциясын туғызуы мүмкін деп есептеп, температура 80-нан 100°С дейін көтерілді.

Процесстің температурасын көтергенмен шайырдың конверсиясы айтарлықтай өзгермейді, 80°С-та конверсия дәрежесі 62%, ал 90°С-та конверсия 84,2% құрады (2 кесте).

2-кесте. **Жүн шайырын 80-90°С температура аралығында этил спирті қатысында сілтілік ортада гидролиздеу**

Тәжірибе №	Жүн шайырының массасы,г	NaOH %	C_2H_5OH	Гексан, мл	t, мин/сағ	T^0C	Сабындану саны	Конверсия, %
1	10	15	50	1	1,5	80	27,2	58
2	10	15	50	5	2	80	17,22	58,7
3	10	15	50	5	2	80	15	62
4	10	15	50	5	1	85	30,8	69,2
5	10	20	50	4	1,5	85	30,31	72,79
6	10	20	60	5	1	86	22	77,8
7	10	20	60	5	3	88	17,3	82
8	10	20	60	5	3	90	31	84,2

Алайда конверсияның бұл көрсеткіші жүн шайырының толығымен сандық түрде айналуына жеткіліксіз болды. Гидролиз температурасын 90°С дейін (2 кесте) көтергенде шайырдың конверсиялану тереңдігі тәжірибе ұзақтығы 3 сағат кезінде 82-84,2% дейін артты. Конверсиялану дәрежесі тәжірибенің ұзақтығымен байланысты емес екендігі анықталды.

Температураны 100°С-қа дейін көтергенде тәжірибе ұзақтығы 6 сағат кезінде конверсия 66,3% дейін жоғарылады (3 кесте). Температураны көтеру конверсияны біршама арттырғанымен, тұрақты эмульсияның түзілуі гидролиздің толықтай жүруіне кедергі жасайды.

3-кесте. **100°С-та этил спирті қатысында сілтілік ортада гидролиздеу**

NaOH, %	Еріткіш	Т, ^{0}С	уақыт, сағ	Сабындану саны,%	Конверсия, %
10	Этил спирті	100	2	53,05	45,4
15	Этил спирті	100	2	52,9	46
20	Этил спирті	100	2	52,1	46,8
10	Этил спирті	100	4	51,9	47,0
15	Этил спирті	100	4	47,5	51,5
20	Этил спирті	100	4	41,0	58,1
10	Этил спирті	100	6	44,6	54,5
15	Этил спирті	100	6	42,3	56,8
20	Этил спирті	100	6	33,02	66,3

Әрі қарай кейінгі тәжірибелерде гидролиздеуші агент ретінде әртүрлі концентрациядағы күйдіргіш натрийдің сулы-спирттік ерітіндісі қолданылды. Этил, метил, изопропил спирттері пайдаланылды. Сонымен қатар жүйеге гексан және бензол сияқты органикалық қоспалар қосылды. Сілтінің әртүрлі концентрациясын қолданғанда, іс жүзінде жүн шайырының этанолдағы және метанолдағы конверсиясы бірдей шамамен 46% құрады, ал изопропил спиртінде аздап 41,4% төмен болды (4 кесте).

4-кесте. **Органикалық еріткіштер мен қоспалардың қатысында гидролиздеу**

NaOH (%)	Еріткіш	Спирт %	Орган. қоспа	Т, °С	Уақыт, сағ	Сабындану саны	Конверсия %
20	Этил спирті	40	-	70	6	58,9	39,9
20	Этил спирті	40	-	80	6	55.5	44
20	Этил спирті	40	-	90	6	54.9	45
20	Этил спирті	40	-	100	2	52,1	46,8
20	Метил спирті	40	-	100	2	52,5	46,4
20	Изопропил спирті	40	-	100	2	57,4	41,4
20	Этил спирті	40	-	100	4	41,0	58,1
20	Этил спирті	70-85	Бензол	100	4	13,0	86,7
20	Этил спирті	70-85	Гексан	100	4	10,9	88,8
20	Изопропил спирті	82-85	Бензол	100	4	11,9	87,8
20	Изопропил спирті	82-85	Гексан	100	4	10,7	89,0

Алайда изопропанол өндірісте қолдануға жарамды болғандықтан, тәжірибелер әрі қарай этанол мен изопропанолда параллель жүргізілді. Этанол ерітіндісіне күйдіргіш натрийді және бензол мен гександы қоспа ретінде қосу жүн шайырының конверсиясын 86,7-дан 88,8% дейін арттырды. Күйдіргіш натрийдің изопропанолдағы ерітіндісіне бензолды қосу конверсияны 87,8% дейін, ал гександы қосу және оңтайлы уақыт 4 сағатта жүн шайырының конверсиясы 89% артты (4 кесте). Конверсиялану дәрежесі еріткіш пен органикалық қоспа табиғатына байланысты емес, жүйедегі иондық тепе-теңдікті анықтайтын протонды, апротонды еріткіш пен шайырдың майлы фазасы арасындағы фазааралық тепе-теңдік жүн шайырының конверсиясын арттырудың шешуші факторы болып табылады. Бұл тепе-теңдіктің күйі мицелланың коагуляциясы мен пайда болу мүмкіндігін анықтайды. Тепе-теңдіктің күйі органикалық еріткіш пен спирттің табиғаты бойынша емес, жүн шайырының органикалық еріткіште, сілтінің сулы-спирттік қоспадағы ерігіштік дәрежесімен, фазалардың өзара ұқсастығымен анықталатыны белгілі болды. Эмульсияның түзілуін болдырмау үшін жүйеге әртүрлі органикалық еріткіштер - бензол және гексан қосылды. Бұл қоспаларды қосу жүн шайырының конверсиясын айтарлықтай жоғарылатты, әсіресе гександы қосқанда конверсия жоғары көрсеткішке жететіні байқалды.

Қорытынды

Қорыта келгенде, еріткіш есебінде этил мен изопропил спирттерін, сондай-ақ органикалық қоспа ретінде гександы пайдалану реакциялық қоспада тұрақты эмульсияның түзілуін болдырмайды және жүн шайырының конверсиялану дәрежесін 88-89% дейін арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Макар И.А. Биохимические основы шерстной продуктивности овец. – М.: Колос, 1977 – 192 с.

[2] Конуспаев С.Р., Касенова Б.А., Нурбаева Р.К., Ахатова З.С. Пути переработки жиропота в ланолин. // Известия МОН РК. Серия химическая. – 2002. №2. – С 63-65

[3] Богословский Н.А., Сворень В.А., Кустанович И.М., кузнецов Е.Н.// Кн. «Химия, биология и технология производства витамина Д, и их применение в медицине и в животноводстве». Киев. 1972. С.85-86

[4] Цагарешвили Г.В., Башура Г.С., Ляпунов Н.А. Ланолин и его производные в фармацевтической и косметической практике. Тбилиси: Мацениереба.1976.171с.

[5] Патент №2283318 РФ. Способ производства стеринов: ланостерола и холестерола из шерстного жира. // Ермолова Л.С., Ермолов И.А. - Опубл. 10.09.2006.- Бюл №25

[6] Заявка №2012151996 РФ. Применение ланостероловой фракции из шерстного жира в качестве биоэмульгатора для косметических антивозрастных средств. //Ермолова Л.С., Ермолов И.А.- Опубл.20.08.2014 – Бюл. №23

[7] Заявка №2004111276 РФ. Способ получение шерстного жира-ланолина и устройство для его осуществления. //Суюнчалиев Р.С., Серебряков Р.А., Ермолова Л.С., Калиниченко А.Б. - Опубл.10.03.2006. - Бюл. №7.

Дузелбаева С.Д., Касенова Б.А., Ахатова З.С., Конуспаев С.Р.

Исследование оптимальных условий гидролиза шёрстного жира в щелочной среде

Резюме. В статье рассматриваются оптимальные условия гидролиза овечьей шерсти в щелочной среде в присутствии органических растворителей. Появление в системе коллоидного раствора (эмульсии) препятствует гидролизу шерстного жира. Было установлено, что при добавлении органических добавок идет разрушение эмульсии и увеличивается степень конверсии гидролиза шерстного жира.

Ключевые слова: шерстный жир, гидролиз, ланолин, стерин, холестерол.

УДК 622.342.1

A.K. Koizhanova, E.M. Kamalov, O.V. Atanova, M.B. Erdenova, D.R. Magomedov
(Satbayev University, «Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation» JSC. Almaty, Kazakhstan.
E-mail: a.koizhanova@satbayev.university, d.magomedov@satbayev.university)

ON THE STUDY OF CYANIDE-FREE TECHNOLOGY FOR THE EXTRACTION OF GOLD FROM THE FLOTATION TAILINGS OF A GOLD RECOVERY FACTORY

Abstract. The development and mastering of technology for the extraction of gold from technogenic mineral objects, primarily the tailings of gold recovery and concentration plants, is an urgent task. One of the areas for processing refractory gold-bearing raw materials is cyanide-free gold extraction methods. Cyanide-free methods for the extraction of gold and related metals from industrial raw materials are currently considered as the most environmentally friendly method.

Key words: Flotation tails, gold, quartz, thiourea.

А.К. Койжанова, Э.М. Камалов, О.В. Атанова, М.Б. Ерденова, Д.Р. Магомедов.

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ БЕЗЦИАНИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ ФЛОТАЦИИ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ.

Аннотация. Разработка и освоение технологии извлечения золота из техногенных полезных ископаемых, в первую очередь из хвостов золотоизвлекательных и обогатительных комбинатов, является актуальной задачей. Одним из направлений переработки тугоплавкого золотосодержащего сырья являются способы извлечения золота без цианидов. Безцианидные методы извлечения золота и сопутствующих металлов из промышленного сырья в настоящее время считаются наиболее экологически чистым методом.

Ключевые слова. Хвосты флотации, фазовый и химический анализ, золото, кварц, тиомочевина.

Ввиду истощения россыпных месторождений золота и серебра и вовлечения в переработку сырья с низким содержанием ценных компонентов и сложным составом требуются новые, более современные и высокоэффективные технологии их извлечения. Традиционный метод извлечения золота из рудного сырья заключается последующем цианировании.

Разработка и освоение технологии извлечения золота из техногенных минеральных объектов, в

первую очередь, хвостов золотоизвлекательных и обогатительных фабрик, является актуальной задачей. Одним из направлений переработки упорного золотосодержащего сырья являются безцианидные методы извлечения золота. Безцианидные методы извлечения золота и сопутствующих металлов из техногенного сырья в настоящее время рассматривается как наиболее экологически безопасный метод.

Как правило часть золота после процессов обогащения остается в хвостах. Золото в основном находится в мелких классах крупности и трудноизвлекаемых формах. [1,2,3,4]. В настоящей работе были опробованы различные безцианидные методы доизвлечения золота из хвостов золотообогатительных фабрик. Где наряду с процессом прямого цианирования использовались тиосульфат натрия, тиомочевина, трихлорциануровая кислота и другие. [15,16]

Сырьем для повторного доизвлечения золота являются хвосты флотации.

Методы исследований

В процессе исследований в качестве исходного сырья использовали хвосты флотации золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ) «Алтынтау Кокшетау» от переработки руды месторождения Васильковское (Казахстан). Изучен химический, гранулометрический и минеральный состав хвостов флотации.

Фазовый и химический состав на содержание основных компонентов исследуемого образца изучали с использованием комплекса современных физико-химических методов анализа, включающие следующие виды: атомно-абсорбционный спектрофотометрический анализ, рентгенофазовый, рентгенофлуоресцентный (элементный, полуколичественный), электронно-микроскопический. Для выполнения пробирных, химических, рентгенофлуоресцентных, минералогических, рентгеноспектральных анализов отобраны пробы крупностью 90 % класса -0,074 мм.

Расчетное содержание золота и серебра в пробе по данным пробирно-гравиметрического и химического анализов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – **Химический состав исходной пробы хвосты флотации**

Компоненты	Содержание
Золото (Au)пробирный анализ	0,47 г/т
Золото (Au) атомно-абсорбционный анализ	0,43 г/т
Серебро (Ag) атомно-абсорбционный анализ	0,62 г/т
Железо (Fe) атомно-абсорбционный анализ	1,86 %
Цинк (Zn) атомно-абсорбционный анализ	0,003 %
Свинец (Pb) атомно-абсорбционный анализ	0,003 %
Медь (Cu) атомно-абсорбционный анализ	0,002 %
Мышьяк (As) атомно-абсорбционный анализ	0,145 %

Установлено, что в составе отквартованной и измельченной до крупности 0,074 мм пробе хвостов флотации содержится Au– 0,47 г/т и Ag – 0,62 г/т.

Для определения элементного состава проб, в первую очередь был выполнен рентгенофлуоресцентный анализ, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – **Результаты рентгенофлуоресцентного анализа**

Хвосты флотации			
элемент	%	элемент	%
O	45.296	Ti	0.227
F	0.108	V	0.015
Na	1.121	Mn	0.033
Mg	1.158	Fe	2.429
AI	6.751	Cu	0.010

Si	24.861	Ga	0.002
P	0.060	As	0.144
S	0.069	Rb	0.017
Cl	0.036	Sr	0.020
K	2.362	Zr	0.011
Ca	2.577	Ba	0.077

Из данных таблицы видно, что массовая доля элементного состава в пробе приходится на Al 6,751 %, Fe2,429 %, Ca 2,577 и K2,362 %. Также в пробе присутствует кремний 24,861 %, кислород 45,296 %.

Изучен фазовый состав с помощью рентгенофазового метода анализа на дифрактометреAdvance D8 «Bruker» (рисунок 1).

По данным рентгенофазового анализа (таблица 3) видно, что основная часть пробы представлена кварцем отмечен на уровне 62,4 %, микроклин составляет 13 %, альбит – 6,6%и др.

В результате исследования образцов, представляющих сырье, как природных типов, и техногенных, дают точное и дитализированное описание вещественного состава руд, что учитывается при рекомендации к технологическим процессам и показателям, которые можно определить в лабораторных условиях, в частности, крупность измельчения руд, расход реагентов, длительность основных операций. [5]

Таблица 3 – **Рентгенофазовый анализ пробы хвостов флотации**

CompoundName	Formula	S-Q
Quartz, syn	SiO_2	62.4
Microcline	$(K_{0,95}Na_{0,05})AlSi_3O_8$	13
Albite, low	$Na(AlSi_3O_8)$	6.6
Riebeckite	$Na_2Fe_3Fe_2Si_8O_{22}(OH)_2$	4.4
Clinochlore (IIb-4)	$Mg_{4,882}Fe_{0.22}Al_{1,881}Si_{2,96}O_{10}(OH)_8$	4.3
Muscovite 2M1, syn	$KAl_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$	3.9
Orthoclase	$(K_{0,94}Na_{0,06})(AlSi_3O_8)$	2.9
Phlogopite-1M, ferroan	$K(Mg,Fe)_3(Al,Fe)Si_3O_{10}(OH,F)_2$	2.4

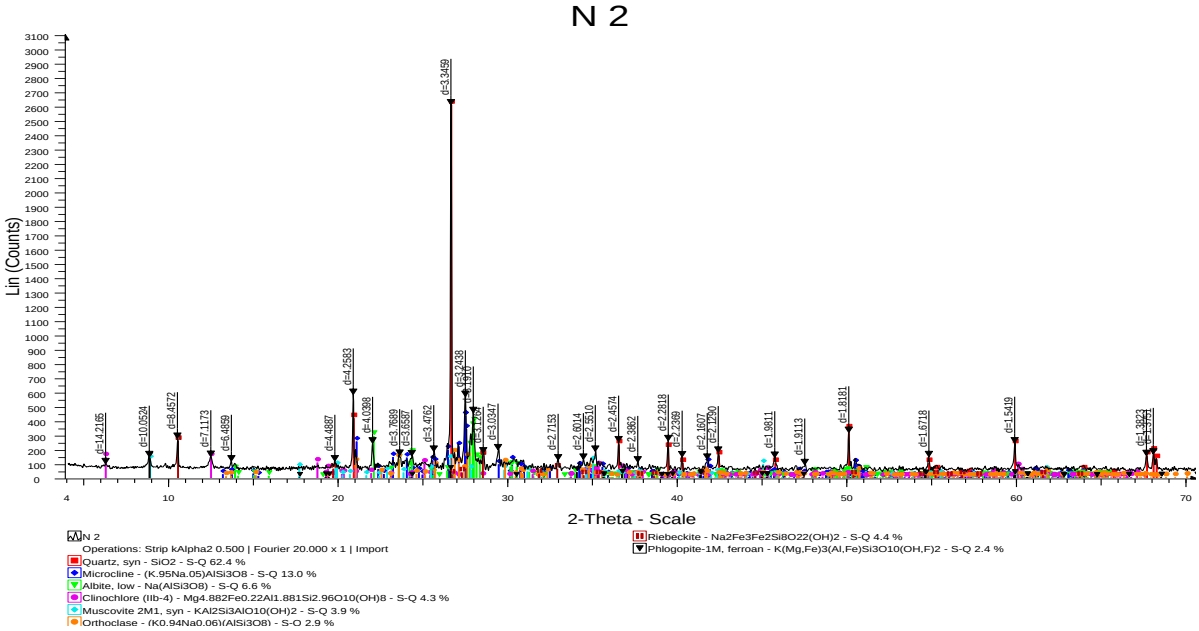


Рис. 1. Определение параметров и сингонии кристаллической решетки и размеров кристаллов

Элементный состав и наличие золота изучен с помощью РЭМ-РСМА с ЭДС и ВДС приставкой. Известно, что растровая электронная микроскопия позволяет изучать непосредственно поверхность материалов и получать со сравнительно высоким разрешением как качественную, так и количественную информацию о химическом составе объекта во взаимосвязи с топографией поверхности.

- золотины, поверхность которых полностью изолирована – тонковкрапленное золото;
- золотины с частично обнаженной поверхностью — золото в сростках, покрытое несплошными пленками;
- золотины с полностью обнаженной поверхностью — свободное золото.

Часть золота представлена дисперсными тонковкрапленными частицами и их крупность не достаточна разрешающей способности оптических микроскопов.

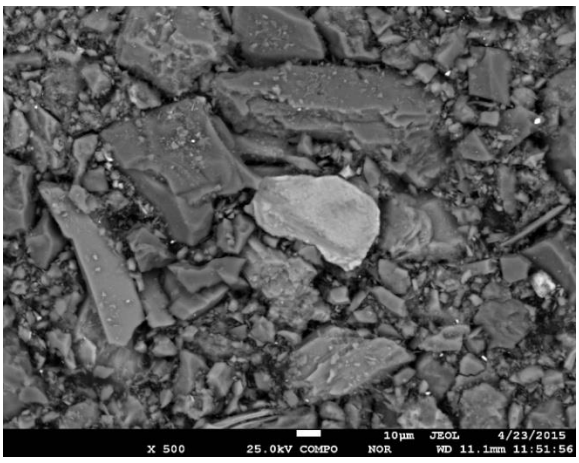
Содержание золота в рудных и техногенном минеральном сырье (хвосты ЗИФ) позволяет предполагать наличие в золотосодержащих рудах дисперсных (рассеянных) форм золота. [6]

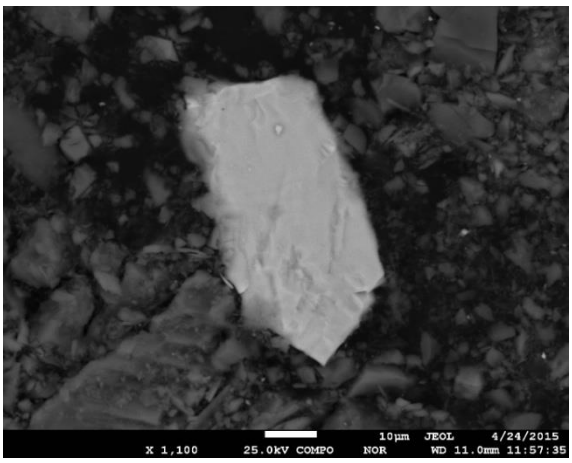
Содержание основных и примесных компонентов в пробах характеризуются с данными спектрального анализа.

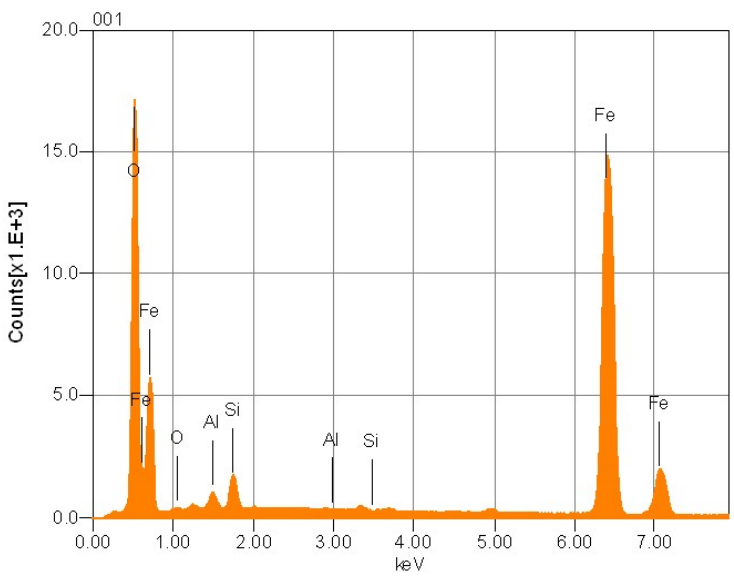
Определение формы содержания золота в рудном и техногенном сырье очень важно при выборе технологии переработки руд и определении промышленной емкости месторождения.

Для анализа элементного состава применяется электронно-зондовый микроскоп с энергодисперсионным (EDX) и волнодисперсионным (WDX) анализаторами.

Результаты топографических снимков сканирующего микроскопа показаны на рисунке 3 и 4.







Acquisition Condition
Instrument : 8230
Volt : 25.00 kV
Current : 2.00 nA
Process Time : T3
Live time : 50.00 sec.
Real Time : 61.59 sec.
DeadTime : 19.00 %
Count Rate : 13216.00 CPS

Elements	ms%	mol%	Sigma	Net	K ratio	Line
O	46.41	74.21	0.61	2999670	0.4188206	K
Al*	0.97	0.92	0.63	147267	0.0036681	K
Si	1.70	1.55	0.56	329560	0.0087764	K
Fe	50.92	23.32	1.07	6780189	0.4886771	K
Total	100.00	100.00				

Рис. 2. Микрофотография и точечный ЭДС анализ частиц исходной пробы хвосты флотации на РЭМ-РСМА

В условиях исследования стоит провести работы по выбору реагентов-собирателей и их эффективных сочетаний, определению оптимального реагентного режима, применению новых реагентов, так как флотационные свойства многих минералов золота и минералов серебра не изучены. Эксперименты проводят сериями, изменяя от опыта к опыту в одной серии какой-либо один параметр.

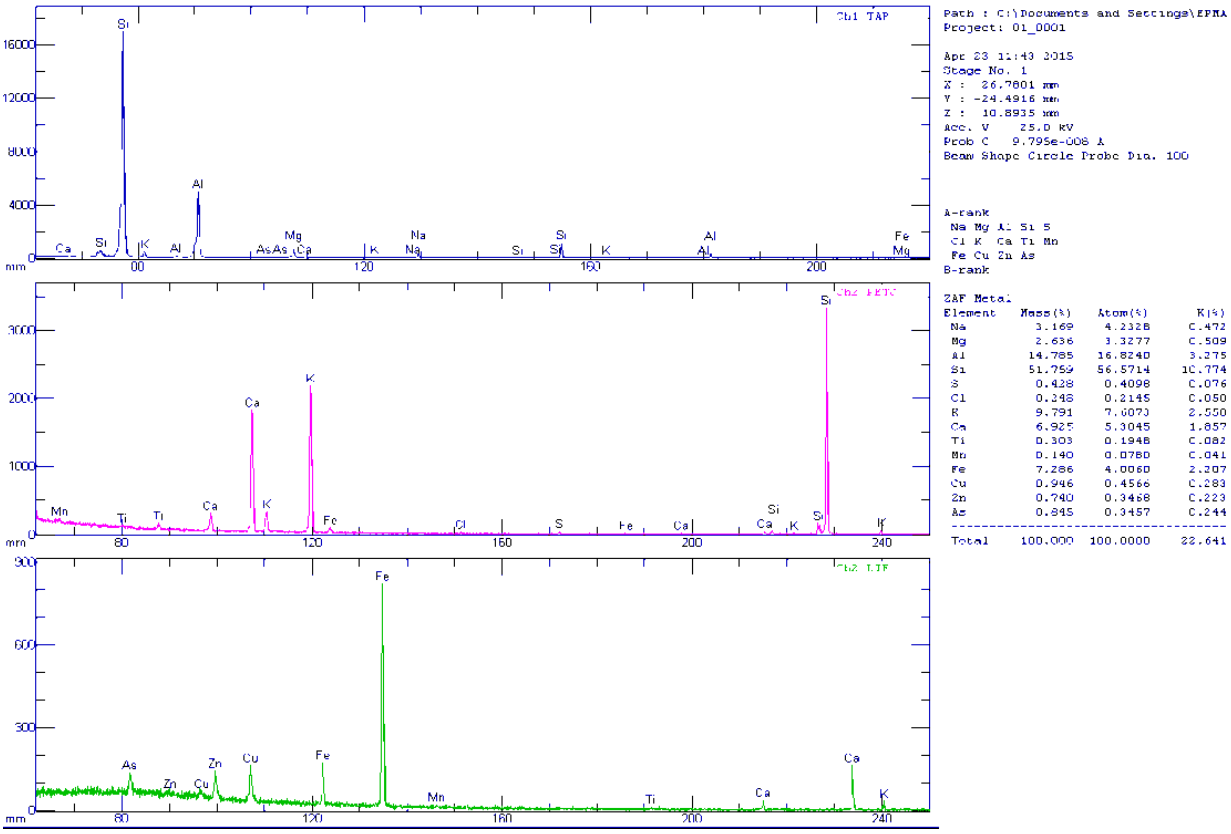


Рис. 3. Волно-дисперсионный спектр фрагментов частиц исследуемого образца

Как показано на рисунке 3 и 4 в исследуемой пробе в значительной степени присутствуют такие элементы, как железо, кислород, а также кремний, алюминий. Степень спектров поглощения и частота встречаемости этих элементов в каждом отдельном фрагменте достигает максимума по сравнению с другими элементами.

Содержание основных и примесных компонентов в пробах характеризуются с данными спектрального анализа, приведенных на рисунке 4.

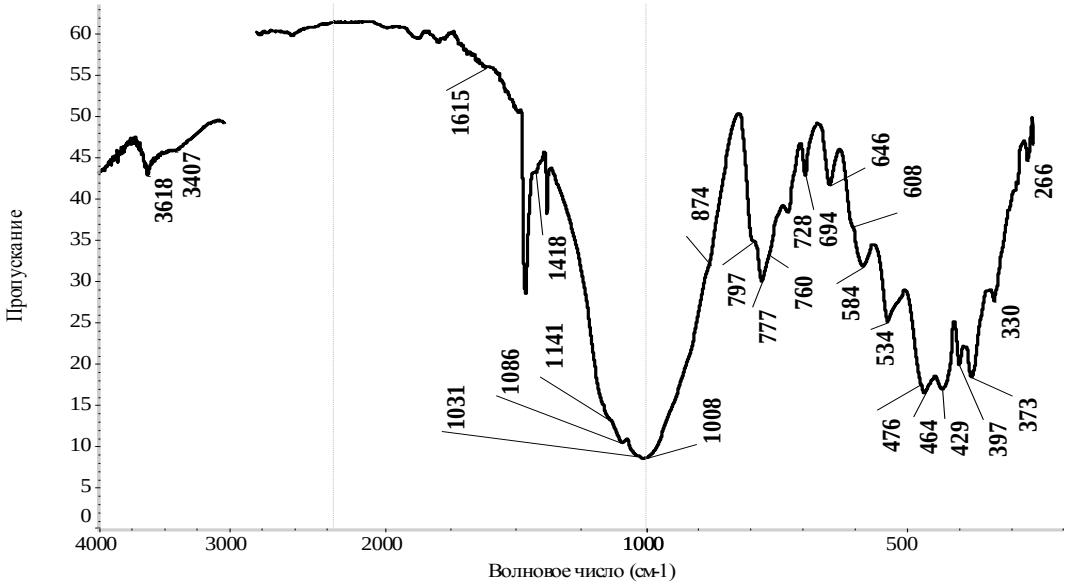


Рис. 4. Инфракрасный спектр исходной пробы хвостов флотации

В результате ИК-спектрофотометрии выявлено, что в спектре присутствуют кварц α-SiO_2 – 1086, 797, 777, 694, 464, 397, 373 $см^{-11}$, мусковит $KAl_2[(OH,F)_2|\ AlSi_3O_{10}]$ – $KAl_2[(OH,F)_2|\ AlSi_3O_{10}]$ – 3618, 1031, 534, 476, 429 $см^{-1}$, олигоклаз (OLIGOCLASE) - $(Ca_{0.1-0.3}, Na_{0.9-0.7})$ (Al, Si) Si_2O_8 – 1008, 760, 728, 646, 534, 464, 429 $см^{-1}$, микроклин $K[AlSi_3O_8]$ – 1141, 1086, 777, 728, 646, 608, 584, 534, 464, 429 $см^{-1}$, карбонаты – 1418, 874 $см^{-1}$. Валентные колебания Fe^{3+} – O (в силикатах, карбонатах) проявляются в диапазоне 400-300 $см^{-1}$; Fe^{2+} – O (в силикатах, карбонатах) – 373, 330 $см^{-1}$. Связи Cu^{+} – O (в солях) – 266 $см^{-1}$.

Тесты по изучению влияния крупности пробы хвостов флотации на извлечение золота проводили с крупностью 90 % класса -0,071 мм.

Параметры выщелачивания, идентичные для всех тестов, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – **Выщелачивание хвостов флотации при различных вариантах выщелачивания**

Вариант	Наименование параметров	pH	Содержание Au в кеке, г/т	Извлечение золота по кеку, %
1	трихлоризоциануровая кислота; тиосульфат натрия	7,3-8,5	0,31	27,91
2	сульфонол; тиосульфат натрия	8,6-8,7	0,31	27,91
3	трихлоризоциануровая кислота; серная кислота, тиомочевина	7,3→2,2	0,2	**53,49**
4	сульфонол; серная кислота, тиомочевина	8,7→2	0,28	34,88
5	Хлорид натрия, трихлоризо-циануровая кислота	7,2	0,21	51,16
6	Тиосульфат натрия	8,7	0,29	32,56
7	Тиомочевина; соляная кислота	1,1	0,1	**76,74**
8	Цианид натрия	11,5	0,06	86,05
9	Хлорид натрия; тиосульфат натрия	8,5	0,27	37,91
10	Тиомочевина; H_2O_2	6,0	0,12	72,09
Содержание золота в исходной пробе			0,43 г/т	

В результате получены следующие показатели извлечения золота по различным вариантам переработки хвостов флотации: вариант 3 – 53,49 %; вариант 5 – 51,16 %; вариант 7 – 76,74 %; вариант 8 – 86,05 %; вариант 10-72,09%.

Вывод и обсуждение результатов

Полученные результаты свидетельствуют о том, что заменителем цианистых растворителей золота являются кислые растворы тиомочевины. Извлечение золота достигает 76,74 % в варианте 7 переработки хвостов флотации. При этом pH среды варьирует в пределах 1, а это в свою очередь требует соответствующего оборудования (кислотостойкого). В тоже время, ввиду более приемлемого метода (выщелачивание в слабокислой среде-6,0) и с высокой степенью извлечения золота -72,09%, можно принять использование тиомочевины с предварительным окислением перекисью водорода.

Способы извлечения золота с применением других растворителей, в частности тиосульфата натрия, не дало положительных результатов -32,56%.

На основании полученных данных, в результате проведенных экспериментов, видно, что применение безцианидной технологии, в данном случае использование тиомочевинного выщелачивания с предварительным окислением перекисью водорода, в противовес цианидой технологии, вполне приемлемо как с экономической, а главное с экологической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Морозов Ю.П. Теоретическое обоснование и разработкановых методов и аппаратов извлечения тонкодисперсных благородных металлов из руд и техногенного сырья Автореф. дис. д-ра. техн. наук. – Екатеринбург, 2001.

[2] Новые процессы извлечения мелкого золота из отваль-ных продуктов / В.В.Кармазин, О.И.Рыбакова, В.А.Из-малков, С.Б.Татауров // Горный журнал. 2002. № 2. С.

[3] Рыбакова О.И. Основные принципы построения комбинированных технологических схем доизвлечения тонкого золота из отвальных продуктов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2003. № 10. С. 75–79.

[4] Современные проблемы металлургии и материаловедения благородных металлов. Учебное пособие // С.И.Лолейт, М.А.Меретуков, Л.С.Стрижко, К.К.Гурин. – Издат. ДомМИСиС, 2012.

[5] Kenzhaliyev, B. K. (2019). Innovative technologies providing enhancement of non-ferrous, precious, rare and rare earth metals extraction. Complex Use of Mineral Resources (Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a). 3(310), 64–75. Available at: https://doi.org/10.31643/2019/6445.30

[6] Лодейщиков В. В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. Иркутск, Иргиредмет, 1999. — 343 с.

[7] Алгебраистова Н.К., Алексеева Е.А., Коляго Е.К. Минералогия и технология обогащения лежалых хвостов Артемовской ЗИФ // Доклад на симп. «Неделя горняка». - Москва, 2000. - С. 41-48

[8] Меретуков М.А., Турин К.К. Поведение золота в хвостовых отвалах // Цветные металлы. - 2011. - №7. - С. 27-31.

[9] Ерденова М.Б., Койжанова А.К., Камалов Э.М., Абдылдаев Н.Н., Абубакриев А.Т. Доизвлечение золота из отходов переработки золотосодержащих руд Казахстана. Комплексное Использование Минерального Сырья. – 2018. № 2. – С. 12-19. РИНЦ

[10] Койжанова А. К., Арыстанова Г. А., Седельникова Г. В., Есимова Д. М. Исследование биогидрометаллургической технологии извлечения золота из хвостов сорбции золотоизвлекательной фабрики. Цветные металлы. 2016. № 9. – С 52-56.Doi: /10.17580/tsm.2016.09.07..

[11] Михайлова А. Н., Минеев Г. Г., Гудков С. С. Укрупненно-лабораторные испытания процесса биохимического окисления сульфидной золотосодержащей руды в условиях кучного выщелачивания// Журнал Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. №6 – с 116.

[12] Арифулов Ч.Х., Арсентьева И.В., Ожерельева А.В. Золоторудные месторождения в рифтогенных черносланцевых отложениях Южного Урала – М.: ЦНИГРИ. 2013 г. 105 с.

[13] In-Situ Leaching (ICL)/Innovations in Gold and Silver Recovery. Phase IV.-USA: Randol Int. Ltd. 1992. – Vol.3.-P. 1329-1336.

[14] Алгебраистова Н. К., Самородский П. Н., Колотушкин Д. М. Прокопьев И. В. Технология извлечения золота из техногенного золотосодержащего сырья // Обогащение руд. 2018. № 1. С. 31–35..Doi: /10.17580/or.2018.01.06.

[15] Бочаров В. А., Игнаткина В. А., Абрютин Д. В. Технология переработки золотосодержащего сырья. — М. : Изд. дом МИСиС, 2011. — 326 с.

[16] Самихов Ш.Р., Зинченко З.А., Бобомуродов О.М. Разработка технологии тиомочевинного выщелачивания золота и серебра из концентратов месторождения Чоре.-Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан г.Душанбе. 2014 г.

[17] Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Абрютин Д.В. Технология переработки золотосодержащего сырья. - М.: МИСиС,2011 г.

Қойжанова А.Қ., Камалов Э.М., Атанова О.В., Ерденова М.Б., Магомедов Д.Р.

Алтын өндіретін флотациялық қалдықтардан алтын алудың цианидсіз технологиясын зерттеу туралы.

Түйіндеме. Зерттеу пәні - Васильковское кен орнында (Қазақстан) алтынды қайта өңдеу кезіндегі Алтынтау Көкшетау алтын өндіру зауытының флотациялық қалдықтары. Флотация қалдықтарының фазалық, химиялық, гранулометриялық және минералды құрамы зерттелді, бөлшектердің мөлшері -0,074 мм-ден 90% болатын сынамалар алынды.

Зерттеулер атомды сіңіру спектрофотометрлік, рентгендік фаза, рентген-флуоресценция, электронды микроскопия және талдау анализдерін қолдану арқылы жүргізілді.

Нәтижесінде флотация қалдықтарын өңдеудің әртүрлі нұсқалары үшін алтынның алыну қарқыны алынды.

Тиурийдің қышқыл алмастырғыштары алтын цианид ерітінділерінің алмастырғыш екендігі анықталды. Алтын өндірісі 76,74% дейін жетеді, бірақ жабдыққа белгілі бір талаптар бар. Технологиялық тұрғыдан мүмкін және алтынды алу дәрежесі -72,09% болатын алдын-ала тотығуымен thiourea қолдану әдісі ұсынылған.

Түйін сөздер. Флотация құйрықтары, фазалық және химиялық талдау, алтын, кварц, тиоурия.

УДК: 541.64:631.459

[1]L.K. Orazzhanova, [1]Zh.S. Kassymova, [1]B.Kh. Mussabayeva, [1]A.N. Klivenko, [1]M. Zhumabekova
([1]Shakarim State University of Semey, Semey, Kazakhstan
E-mail: lyazzat.7070@mail.ru, kasymova-z@mail.ru, binur60@mail.ru, black_stibium@mail.ru, moldir-zhumabekova@mail.ru)

INVESTIGATION OF THE INTERPOLYMER COMPLEX CHITOSAN-POLYACRYLIC ACID AND ITS EFFECTIVENESS AT WATER EROSION OF SOILS

Abstract. In this article, the formation of the chitosan – polyacrylic acid interpolymer complex was studied using conductometry, turbidimetry, dynamic laser light scattering, and gravimetry. Experimental data indicate the formation of a non-stoichiometric polyelectrolyte complex formed by ion-ion bonds between the functional groups of polyacrylic acid and chitosan. The interaction of polyacrylic acid with acid-soluble chitosan leads to the enrichment of the complex with carboxyl groups of polyacrylic acid. The chitosan - polyacrylic acid interpolymer complex was used as a structure-forming agent for light chestnut loose-sanded soil subject to wind and water erosion. Soil structurates formed during soil treatment with an interpolymer complex exhibit a pronounced resistance to water erosion.

Keywords: interpolymer complex, chitosan, polyacrylic acid, anti-erosion effect

[1]Л.К. Оразжанова, [1]Ж.С. Касымова, [1]Б.Х. Мусабаева, [1]А.Н. Кливенко, [1]М. Жумабекова
([1]Государственный университет имени Шакарима , Семей, Казахстан
E-mail: lyazzat.7070@mail.ru, kasymova-z@mail.ru, binur60@mail.ru,)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА ХИТОЗАН – ПОЛИАКРИЛОВАЯ КИСЛОТА И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ

Аннотация. В статье методами кондуктометрии, турбидиметрии, динамического лазерного светорассеяния и гравиметрии исследовано образование интерполимерного комплекса хитозан – полиакриловая кислота. Экспериментальные данные указывают на формирование нестехиометрического полиэлектролитного комплекса, образованного посредством ион-ионных связей между функциональными группами полиакриловой кислоты и хитозана. Взаимодействие полиакриловой кислоты с кислоторастворимым хитозаном приводит к обогащению комплекса карбоксильными группами полиакриловой кислоты. Интерполимерный комплекс хитозан - полиакриловая кислота был использован в качестве структурообразователей светло-каштановой рыхлопесчанной почвы, подверженной ветровой и водной эрозии. Почвенные структураты, образованные при обработке почвы интерполимерным комплексом, проявляют выраженную устойчивость к действию водной эрозии.

Ключевые слова: интерполимерный комплекс, хитозан, полиакриловая кислота, противоэрозионное действие

Введение

Одним из актуальных направлений в области макромолекулярной химии является исследование реакций образования интерполимерных комплексов (ИПК) между химически, структурно и пространственно комплементарными макромолекулами. ИПК представляют интерес в качестве модельных систем, изучение свойств и структуры которых, позволяет понять механизмы формирования и функционирования природных полимерных комплексов. Кроме того, актуальность исследования ИПК связана с их широкой практической направленностью, так как изучение интерполимерных реакций создает предпосылки для оптимизации применения полимерных комплексов в различных отраслях народного хозяйства, химической промышленности, медицине и биотехнологии [1-3].

В практическом отношении наиболее перспективны ИПК с участием природных полимеров. Благодаря наличию таких свойств как биоразлагаемость, биосовместимость и нетоксичность биополимерные комплексы находят практическое применение в качестве структурообразователей дисперсных систем, материалов медицинского и биотехнологического назначения, лекарственных средств и др. [4, 5].

Среди природных полимеров, способных к образованию полимер-полимерных комплексов интерес представляет линейный полисахарид хитозан (ХТЗ). Хитозан - полиэлектролит катионного типа, характеризуется pH-зависимой растворимостью, наличием реакционноспособных групп (гидрокси- и амино-), высокой комплексообразующей способностью [6]. Эти свойства способствуют образованию полимерных комплексов хитозана со многими синтетическими полимерами.

Среди круга синтетических водорастворимых анионогенных полимеров особого внимания заслуживает полиакриловая кислота (ПАК) - протондонорный полимер, способный к кооперативному взаимодействию со многими полимерами [7-9]. Сведения о интерполимерных комплексах хитозана с полиакриловой кислотой весьма ограничены.

В мировой практике комплексы хитозана с природными и синтетическими полимерами успешно используются в качестве структурообразователей почв для закрепления поверхности эрозионно- и дефляционно опасных земель [10, 11]. В связи с этим, исследование структурирующих свойств интерполимерного комплекса ХТЗ-ПАК в борьбе с водной эрозией почв также представляет большой практический интерес.

Целью данной работы является исследование закономерностей образования интерполимерного комплекса хитозана с полиакриловой кислотой, а также изучение его структурирующего действия на почвы, подверженные водной эрозии.

Материалы и методы исследования

Хитозан - коммерческий образец фирмы Sigma-Aldrich (США) со средневязкостной молекулярной массой 500 кДа, степенью деацетилирования (СД 80 %).

Полиакриловая кислота – коммерческий образец фирмы Aldrich (США) со средневязкостной молекулярной массой $3{,}0 \cdot 10^6$, использовали без дополнительной очистки.

Синтез ИПК осуществляли путем смешивания разбавленных растворов хитозана (в 0,1М растворе HCl) и полиакриловой кислоты в соотношениях ХТЗ : ПАК = 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9, 0:10 моль : моль при температуре 298 К. Полученную полимерную смесь интенсивно перемешивали на шейкере, выдерживали в течение 1 суток при комнатной температуре, после чего центрифугировали и отделяли осадок ИПК.

Кондуктометрическое исследование образования интерполимерного комплекса ХТЗ-ПАК осуществляли с помощью S230 Seven Compact Mettler Toledo (Switzerland).

Заряд частиц ИПК определяли методом динамического лазерного светорассеяния на приборе Zetasizer Nano ZS 90 (Malvern,UK).

Турбидиметрическое исследование комплексообразования осуществляли с помощью спектрофотометра УФ SPECORD 210 PLUS (Германия) при длине волны 440 нм.

Полимерные пленки получали на полимерной подложке из растворов исходных полимеров и ИПК путем испарения растворителя при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении.

Изучение механических характеристик пленок проводили при комнатной температуре на приборе TAXT plus Texture analyzer (Stable Micro Systems, UK) в режиме сжатия с использованием P/5S со скоростью 0,1 мм/сек.

Изучение агрегирующих свойств ИПК к действию плоскостной водной эрозии проводили в модельных условиях в чашках Петри [12]. Чашки Петри заполняли по 50 г светло-каштановой

рыхлопесчаной почвой, пропущенной через сито с отверстиями d=0,25. На поверхность почвы в первой чашке (контроль) наносили дистиллированную воду из пульверизатора. Вторую чашку с почвой обрабатывали ИПК с составом [ХТЗ]:[ПАК] = [1]:[9] моль:моль, третью чашку - раствором ХТЗ 10^{-3} моль/л, растворенного в 0,1 М HCl, четвертую чашку - водным раствором ПАК 10^{-3} моль/л и оставляли высушиваться в течение 5 суток при температуре 18°С. Далее все чашки наклоняли на 15°, опрыскивали 100 мл дистиллированной воды. Смывные воды собирали в стеклянные колбы. Остаток почвы в чашках Петри после сбора смывных вод, сушили в течение 5 суток при температуре 18 °С и взвешивали.

Результаты и их обсуждение

Реакции комплексообразования в системе хитозан - полиакриловая кислота были изучены совокупностью физико - химических методов исследования в соответствии с [6, 13].

Данные кондуктометрического и турбидиметрического определения состава комплекса хитозан-полиакриловая кислота представлены на рисунке 1.

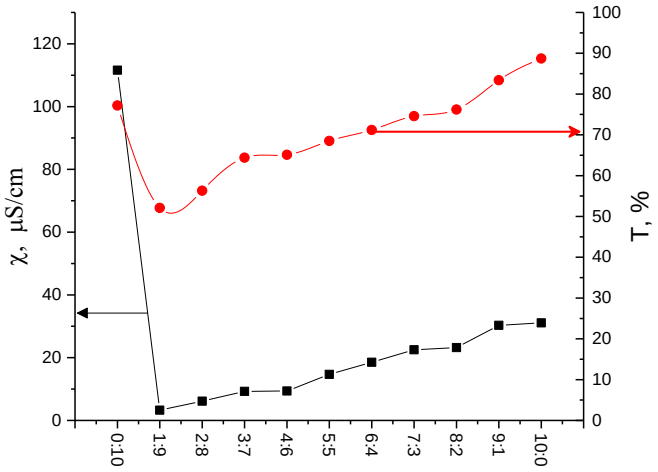


Рис. 1. Кривые кондуктометрического и турбидиметрического исследования комплексообразования в системе хитозан – полиакриловая кислота

Как видно из рисунка 1, добавление раствора полиакриловой кислоты к раствору солянокислого хитозана сопровождается резким снижением электропроводности и оптического светопропускания растворов, на кривых наблюдается отклонение от аддитивности, что свидетельствует об образовании полимерного комплекса ХТЗ-ПАК. Положение экстремума на кривых соответствует нестехиометричному комплексу с составом *n*=ХТЗ/ПАК=1:9.

Комплексообразование в системе ХТЗ-ПАК сопровождается образованием гелеобразного осадка, не растворимого в воде и кислых растворах. Массы осадков влажных и сухих осадков ИПК представлены в таблице 1.

Таблица 1 – **Массы осадков ИПК после центрифугирования**

[ХТЗ]:[ПАК], моль:моль	Масса влажного осадка ИПК, г	Масса сухого осадка ИПК, г
1:9	0,117	0,0615
2:8	0,0128	0,0058
3:7	0,0964	0,0468
4:6	0,1004	0,0489
5:5	0,0651	0,0237
6:4	0,0763	0,0359
7:3	0,0419	0,0198
8:2	0,0811	0,0501
9:1	0,0818	0,0486

Как видно из таблицы 1, максимальная масса осадка наблюдалась при соотношении ХТЗ:ПАК = [1]:[9] моль:моль.

Данные турбидиметрического и кондуктометрического исследования системы ХТЗ : ПАК удовлетворительно совпадают с результатами динамического лазерного светорассеяния (ДЛС). На рисунке 2 представлена зависимость ξ - потенциала частиц от мольного соотношения в системе ХТЗ – ПАК.

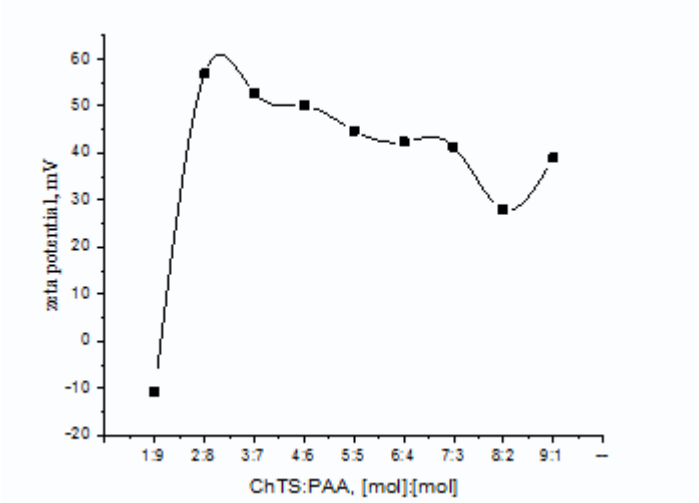


Рис. 2. Зависимость ξ - потенциала частиц от мольного соотношения в системе ХТЗ : ПАК

Как видно из рисунка, при соотношении [ХТЗ]:[ПАК] = [1]:[9] моль:моль ξ-потенциал достигает нулевого значения, что указывает на нейтрализацию положительного заряда хитозана отрицательным зарядом карбоксильной группы полиакриловой кислоты, что является свидетельством электростатического взаимодействия между молекулами поликатиона и полианиона и подтверждает кооперативный характер комплексообразования.

Таким образом, методами кондуктометрии, турбидиметрии, динамического лазерного светорассеяния и гравиметрии обнаружено комплексообразование в системе хитозан - полиакриловая кислота с составом ХТЗ : ПАК = 1:9. Обогащение интерполимерного комплекса полиакриловой кислотой, может быть связано с подавлением диссоциации карбоксильных групп в сильнокислой среде (ниже собственной pH), создаваемую при растворении хитозана в 0,1М растворе HCl. Как известно, в кислой среде полиакриловая кислота принимает свернутую конформацию и обладает склонностью к ассоциации [14-16] вследствие возникновения межцепных водородных связей между карбоксильными группами ПАК в ИПК. При этом образование ИПК ХТЗ-ПАК происходит как путем электростатических взаимодействий между функциональными группами двух полимерных составляющих.

С целью дальнейшего практического использования ИПК ХТЗ-ПАК для структурирования дефляционно- и эрозионноопасных почв были получены и изучены механические свойства полимерных пленок хитозана, полиакриловой кислоты и ИПК на их основе. Механические характеристики полимерных пленок приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Механические характеристики пленок хитозана, ПАК и ИПК ХТЗ – ПАК**

Состав пленки	Модуль упругости, Па
ПАК	4,07 ± 0,03
ХТЗ	2,09 ± 0,04
ИПК [ХТЗ]:[ПАК]= [1]:[9] моль:моль	6,21 ± 0,02

Как видно из таблицы, значение модуля упругости полимерной пленки на основе ИПК ХТЗ – ПАК (6,21±0,02 Па) больше в 2 раза в сравнении с пленкой ПАК (4,07±0,03 Па) и в ~1,5 раза с пленкой ХТЗ (2,09±0,04 Па), что демонстрирует повышенные механические свойства ИПК.

В условиях модельного эксперимента была исследована устойчивость почвенных структуратов, образованных в результате обработки почвы индивидуальными полимерами и интерполимерным комплексом хитозан – полиакриловая кислота, к действию плоскостной эрозии.

На рисунке 3 представлены результаты устойчивости необработанной почвы (контроль) и почвы, обработанной индивидуальными полимерами и ИПК, к размывающему действию воды.

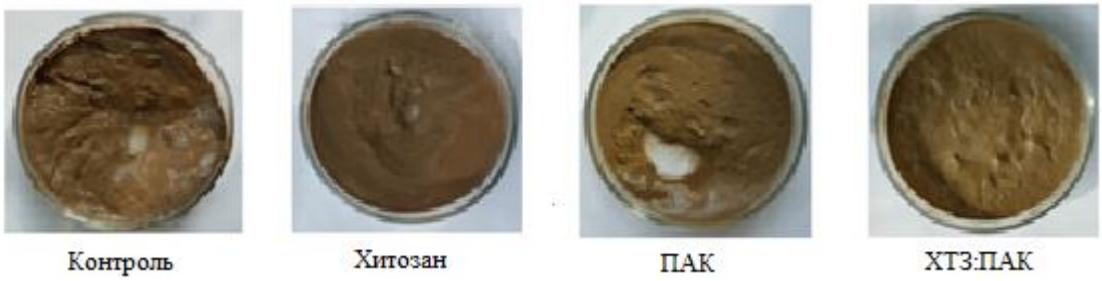


Рис. 3. Устойчивость почвенных агрегатов к плоскостной эрозии

Как видно из рисунка 3, наибольшие смывы почвы наблюдаются в чашке с контролем, а также чашке с почвой, обработанной водным раствором ПАК. Небольшой смыв наблюдается в чашке с почвой, обработанной раствором ХТЗ.

Наибольший смыв почвы водой в случае обработки почвы раствором ПАК, возможно, вызван одинаковым зарядом макромолекул ПАК и частиц почвы [17]. Повышение эрозионной устойчивости почвы, обработанной ХТЗ, можно объяснить образованием ионной связи между положительно заряженным участками биополимера и отрицательно заряженными частицами почвы, что приводит к агрегации почвенных частиц и повышает их устойчивость к действию воды.

Поверхность почвы, обработанной ИПК ХТЗ-ПАК, сохраняет свою поверхностную целостность по отношению к размывающему действию воды. Это связано с особенностями структуры ИПК (наличие гидрофильных, гидрофобных, положительно и отрицательно заряженных групп), обеспечивающих способность адсорбироваться на поверхности частиц почвы, образуя почвенно-полимерную пленку, устойчивую к ветровой и водной эрозии [5].

На рисунке 4 представлен характер мутности смывных вод, полученных после имитации плоскостной эрозии.



Рис. 4. Мутность смывных вод после имитации плоскостной эрозии

Как видно из рисунка 4, наименьшая мутность смывных вод наблюдается в случае смыва почвы, обработанной ИПК ХТЗ-ПАК. Наибольшая мутность смывных вод соответствует необработанной полимерами почве и почве, обработанной ПАК.

По истечении 5 суток определили процентное соотношение массы устойчивой к размыву почвы от массы исходной почвы.

По результатам расчета массы устойчивой к водной эрозии почвы, составлена диаграмма, представленная на рисунке 5.

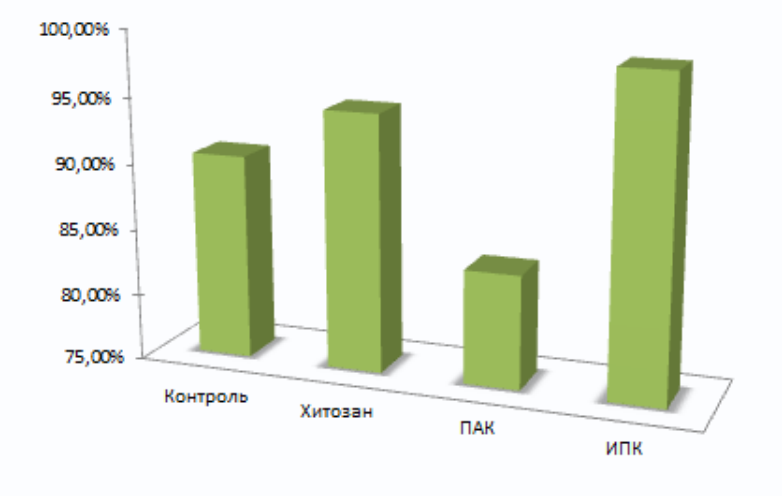


Рис. 5. Диаграмма расчета устойчивости почвы к водной эрозии

Как видно из рисунка 5, процент устойчивости почвы к действию водной эрозии, в случае обработки почвы ИПК составляет свыше 95%. Обработка почвы раствором интерполимерного комплекса ХТЗ-ПАК способствует укреплению почвы и увеличивает ее устойчивость к размывающему действию воды.

Заключение

Таким образом, совокупностью физико-химических методов анализа исследовано комплексообразование в системе хитозан-полиакриловая кислота. Экспериментальные данные указывают на формирование нестехиометрического полиэлектролитного комплекса, образованного посредством ион-ионных связей между функциональными группами полиакриловой кислоты и хитозана. Взаимодействие ПАК с кислоторастворимым хитозаном приводит к обогащению комплекса карбоксильными группами полиакриловой кислоты. Обработка слабоструктуренных почв полученным комплексом способствует значительному повышению противоэрозионной стойкости.

Работа выполнена в рамках гранта ***AP05134681*** *Министерства образования и науки Республики Казахстан.*

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Bekturov E.A., Bimendina L.A. Interpolymer complexes // Advances in Polymer Science. - 1981. -V.41. - P.99.

[2]. Tsuchida E., Abe K. Interactions between macromolecules in solution and intermacromolecular complexes // Advances in Polymer Science. – 1982. – V.45. – P. 130.

[3]. Izumrudov V.A., Mussabayeva B. Kh., Kassymova Zh.S., Klivenko A.N., Orazzhanova L.K. Interpolyelectrolyte complexes: advances and prospects of application // Russian Chemical Reviews. – 2019. - V. 88 (10). – P. 1046 – 1062.

[4]. Мухамедов Г.И., Хафизов М.М., Инагамов С.Я. Интерполимерные комплексы. Структура, свойства, применение // LAP Lambert Academic Publishing. - 2017. - 276 с.

[5]. Kassymova Zh.S., Orazzhanova L.K., Klivenko A.N., Mussabayeva B.Kh., Aserzhanov D.K. Preparation and Properties of Interpolymer Complexes Capable of Soil Structuring // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2019. - V. 92. - No. 2. - P. 208−217.

[6]. Kassymova Zh.S., Orazzhanova L.K., Bayakhmetova B.B., Gaisina B.S., Kassenova N.B., Yelemessova G.T. Preparation of interpolymer complexes of chitosan and sodium alginate // Bulletin of the Karaganda Univercity. – 2019. - №1(93). – P. 17-24.

[7]. Mun G. A., Khutoryanskiy V.V, Akhmetkalieva. G. T., Shmakov S.N., Dubolazov A. V., Nurkeeva Z. S., Park K. Interpolymer complexes of poly(acrylic acid) with poly(2-hydroxyethyl acrylate) in aqueous solutions // Colloid and Polymer Science. – 2004. – V. 283 - P.174–181. DOI 10.1007/s00396-004-1115-2

[8]. Nakan U., Rakhmetullaeva R., Mun G., Yeligbaeva G., Amitova A., Tolkyn B., Shaihutdinov E., Nursultanov M., Negim El-Sayed. M. Synthesis of water soluble copolymers and their interpolymer complexes with poly(acrylic acid) // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. - 2018. – V.53. - № 1. – P. 83-87.

[9]. Swift T., Seaton Colin C., Rimmer St. Poly(acrylic acid) Interpolymer Complexes //Soft Matter. – 2017. –

V.13(46). – P. 8736-8744. DOI: 10.1039/C7SM01787A

[10]. Hataf N., Ghadir P., Ranjbar N. Investigation of soil stabilization using chitosan biopolymer // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Т. 170. – С. 1493-1500.

[11]. Zezin A.B., Mikheikin S.V., Rogacheva V.B., Zansokhova M.F., Sybachin A.V., Yaroslavov A.A. Polymeric stabilizers for protection of soil and ground against wind and water erosion //Advances in Colloid and Interface Science. - 2015. - V. 226. - P. 17-23.

[12]. Panova, A. Drobyazko, V. Spiridonov, A. Sybachin, K. Kydralieva, Sh. Jorobekova, A. Yaroslavov. Humics-based interpolyelectrolyte complexes for antierosion protection of soil: Model investigation // Land Degradation and Development. – 2019. – V. 30. – P. 337-347.

[13]. Хуторянский В.В., Смыслов Р.Ю., Якиманский А.В. Современные методы исследования полимерных комплексов в водных и органических растворителях // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2018. – Том 60. - № 5. – С. 357-383.

[14]. Зезин А.Б., Луценко В.В., Изумрудов В.А., Кабанов В.А. Особенности кооперативного взаимодействия в реакциях между полиэлектролитами. // Высокомолекулярные соединения. А. - 1974. - Т. 16. - №5. - С.600-604.

[15]. Изумрудов В.А., Касаикин В.А., Ермакова Л.Н., Зезин А.Б. Исследование водорастворимых полиэлектролитных комплексов неэквимольного состава // Высокомолекулярные соединения. А. - 1978. - Т.20. - №2. с.400-406.

[16]. Литманович Е.А., Захарченко С.О., Стойчев Г.В., Зезин А.Б. Фазовое разделение в системе полиакриловая кислота – поликатион в кислых средах // Высокомолекулярные соединения. – 2009. – Т. 51. - № 6. - С. 940-945

[17]. Panova, I.G., Sybachina A.V., Spiridonova V.V., Kydralieva K., Jorobekova Sh., Zezin A.B., Yaroslavov A.A. Non-stoichiometric interpolyelectrolyte complexes: Promising candidates for protection of soils // Geoderma. - 2017. – № 307. - P. 91–97.

Оразжанова Л.К., Касымова Ж.С., Мұсабаева Б.Х., Кливенко А.Н., Жұмабекова М.

Интерполимер зерттеу кешенін хитосан – полиакрил қышқылы және оның тиімділігі кезіндегі су эрозиясы

Түйіндеме. Мақалада кондуктометрия, турбидиметрия, динамикалық лазерлік жарық шашырау және гравиметрия әдістерімен хитозан-полиакрил қышқылы интерполимерлік кешенінің түзілуі зерттелді. Тәжірибелік деректер полиакрил қышқылы мен хитозанның функционалдық топтары арасында ион-иондық байланыстар арқылы пайда болған кедергіден тыс полиэлектролитті кешеннің қалыптасуын көрсетеді. Полиакрил қышқылының қышқыл ерітіндісінде еритін хитозанмен өзара әрекеттесуі кешенді полиакрил қышқылының карбоксильді топтарымен байытуға әкеледі. Хитозан-полиакрил қышқылы негізінде алынған интерполимерлі комплекс су және жел эрозиясына ұшыраған ашық-күрең борпылдақ құмды топырақты құрылымдаушы ретінде қолданылды. Топырақты интерполимерлі комплекспен өңдеу нәтижесінде түзілген топырақ құрылымдаушылары су эрозиясына барынша тұрақтылық білдіреді.

Түйінді сөздер: интерполимерлік кешен, хитозан, полиакрил қышқылы, эрозияға қарсы әсер.

УДК 621.372.632:621.365.5

[1]N.T.Isembergenov, [2]A.Zh. Sagyndikova, [3]A.A.Sarsenova, [1]G.S.Dzhobalay

([1]Satpayev University, isembergenov@mail.ru, g.jobalayeva@satbayev.university .
[2]Almaty University of Energy and Communications named
after Gumarbek Daukeev, Sagyndikova_aigul@mail.ru
[3]«ҚазМұнайГаз» ҰК АҚ. a.sarsenova@kmg.kz.)

INDUCTION HEATING OF METAL USING A TRANSISTOR FREQUENCY CONVERTER

Abstract. Frequency converters for induction heating of metal are technologies with low cost, high efficiency, low weight and dimensions. They provide the required frequency control range for the IF frequency, the choice of the minimum number of power transistors, and the minimum installed power. An experimental model of a frequency converter and a power inductor are designed and manufactured. Experimental studies and tests of a prototype frequency converter for induction heating of metal in real conditions have been carried out.

Keywords: frequency converters, induction heating, transistor module, triacs, three-phase rectifier, inverter

[1]Н.Т.Исембергенов, [2]А.Ж.Сагындикова, [3]А.А.Сарсенова, [1]Г.С.Джобалаева
([1]Satpayev University, isembergenov@mail.ru, g.jobalayeva@satbayev.university
[2]Алматинский университет энергетики и связи
имени Гумарбека Даукеева, sagyndikova_aigul@mail.ru,
[3]АО «НК« КазМунайГаз», a.sarsenova@kmg.kz)

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ МЕТАЛЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНЗИСТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Аннотация. Преобразователи частоты для индукционного нагрева металла это технологии с низкой стоимостью, высоким коэффициентом полезного действия, малым весом и габаритами. Они обеспечивают требуемый диапазон регулирования частоты ПЧ, выбор минимального количества силовых транзисторов, минимальные установленные мощности. Разработан и изготовлен опытный образец преобразователя частоты и индуктор мощности. Произведены экспериментальные исследования и испытания опытного образца преобразователя частоты для индукционного нагрева металла в реальных условиях.

Ключевые слова: преобразователи частоты, индукционный нагрев, транзисторный модуль, симисторы, трехфазный выпрямитель, инвертор.

Преобразователи частоты (ПЧ) для индукционного нагрева металла состоят IGBT или MOSFET транзисторных модулей, соединенные в определенной конфигурации с драйверами управления. При этом они имеют защиту от токов короткого замыкания, перегрузок и защиту от превышения температуры.

В настоящее время применение ПЧ для индукционного нагрева металла в промышленности Казахстана практически отсутствует, так как удельная стоимость существующих зарубежных аналогов очень высока, поэтому массовое внедрение их невыгодно. Следует разрабатывать свои технологии с низкой стоимостью, высоким коэффициентом полезного действия, малым весом и габаритами.

Преобразователи частоты могут быть применены в следующих технологиях:

- для индукционного нагрева металлов с целью штамповки,
- для плавки металлов в индукционных плавильных тигельных печах,
- для индукционного нагрева металлов с целью горячей объемной закалки,
- для индукционного нагрева нефти в трубопроводах и цистернах,
- для индукционной сушки зерна, нагрева жидких сред, сушка древесины и покрытий и получения молочного порошка.

Основными задачами и целями является создание технологии производства ПЧ, которые должны: обеспечивать требуемый диапазон регулирования частоты ПЧ, выбор минимального количества силовых транзисторов, иметь высокий КПД и низкие цены, минимальные установленные мощности всего ПЧ или отдельных его элементов при тех же заданных параметрах технологии нагрева.

На рисунке 1 представлена схема преобразователя частоты, которая состоит из: 1-входные симисторы, 2-трехфазный выпрямитель, 3-инвертора. Особенностью инвертора является то, что он выполнен на двух транзисторах. Трехфазный выпрямитель предназначен для преобразования переменного напряжения сети в постоянное, а инвертор постоянный ток преобразовывает в переменное напряжение повышенной частоты.

Индуктор - электрическую энергию высокой частоты преобразует в тепловую энергию, а трансформатор понижает напряжение до необходимой величины. Выпрямитель и инвертор представлен как преобразователь частоты. Выходной трансформатор применяется для согласования параметров индуктора с заготовкой с параметрами высокочастотного инвертора, при этом массогабаритные размеры трансформатора уменьшены в несколько раз.

Входные симисторы 1 предназначены не только для бесконтактного включения преобразователя частоты в сеть, но и для регулирования входного напряжения. Дело в том, что при эксплуатации индукционного нагревателя через каждые несколько минут надо преобразователь частоты отключать от сети, так как нагретый металл (заготовка) следует вынимать от индуктора и передавать для штамповки. Далее новую заготовку вставлять в индуктор и включать преобразователь частоты в сеть. Полумостовой инвертор, образованный IGBT транзисторами T_1 и T_2 (рисунок 1), подключен к источнику напряжения постоянного тока, конденсаторы $C_п$ (нижний и верхний) предназначены для разделения напряжения питания на две равные части. Конденсатор С в выходной

цепи инвертора предназначен для улучшения качества выходного напряжения и для того, чтобы добиться последовательного резонанса.

Для формирования положительного полупериода напряжения на выходе инвертора открывается транзистор T_1, а транзистор T_2 закрыт, при этом постоянный ток от источника напряжения будет протекать через транзистор T_1 и первичную обмотку трансформатора.

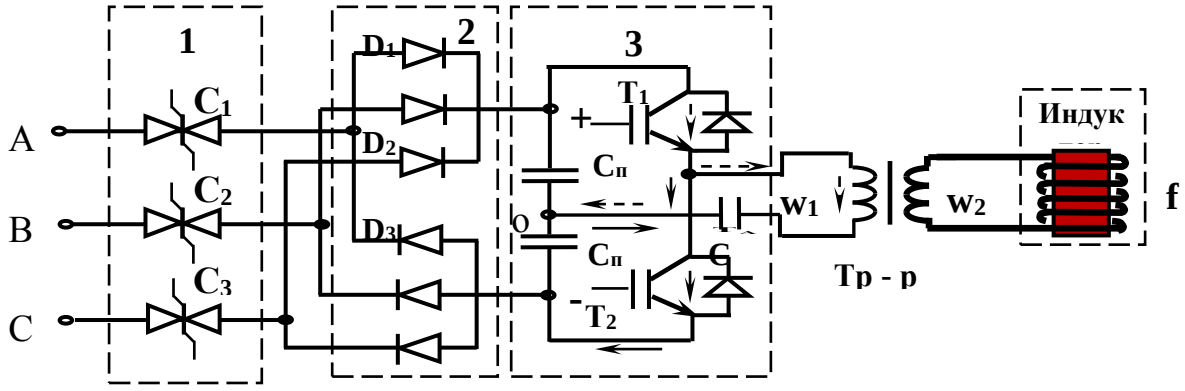


Рис. 1. Электрическая схема преобразователя частоты индукционного нагревателя при трехфазном питании

Для формирования отрицательного полупериода на выходе инвертора открывается транзистор T_2, а транзистор T_1 закрывается, при этом постоянный ток от источника напряжения будет протекать через транзисторы T_2 и первичную обмотку трансформатора в обратном направлении.

Таким образом, происходит формирование ступенчатого напряжения на выходе инвертора. Следует отметить, что частота ступенчатого напряжения на индукторе определяется частотой коммутации транзисторов и может достичь десятки килогерц.

Такой режим работы инвертора с минимальным количеством силовых транзисторов позволит повысить частотный диапазон тока на индукторе и улучшить их энергетические показатели, а также повышает надежность и снижает себестоимость оборудования.

К выходу симисторов включена мостовая схема трехфазного выпрямителя 2 (рисунке 1). Как известно мостовая схема трехфазного выпрямителя обеспечивает наименьшую пульсацию выходного напряжения.

В мостовой схеме трехфазного выпрямителя неуправляемые диоды $D_1 - D_6 - D_3 - D_2 - D_5 - D_4$ открываются последовательно со сдвигом на 60°, причем диоды D_1, D_3 и D_5 открываются в положительные, а диоды D_6, D_2 и D_4 – в отрицательные полупериоды фазных напряжений. Интервал проводимости каждого диода равен 120°, в каждый момент времени открыты два диода (по одному в плече моста) и напряжение на нагрузке определяется разностью фазных напряжений, т, е. линейным напряжением. Среднее значение напряжения на нагрузке при синусоидальном напряжении сети имеет следующий вид,

$$\mathbf{U_{ср} = \frac{6\sqrt{2}}{\pi} U_m \sin\frac{\pi}{6}\cos\alpha = 1{,}35U_л\cos\alpha = 2{,}34U_ф\cos\alpha}$$

где $\mathbf{U_л = \sqrt{3}U_ф}$ – действующее значение линейного напряжения вторичной обмотки трансформатора.

Разработан и изготовлен опытный образец преобразователя частоты и индуктор мощностью 6 кВт с частотой от 2 до 20 кГц при питании от одного или трехфазного напряжения. Были произведены экспериментальные исследования и испытания опытно образца преобразователя частоты для индукционного нагрева металла в реальных условиях.

На рисунке 2 представлен процесс индукционного нагрева металлической заготовки диаметром 44 мм и длиной 80 мм. В начале процесса индукционного нагрева металл не равномерно нагревался, т.е. в середине заготовки температура была ниже, чем по краям. Это означало, что глубина проникновения электромагнитной волны не значительна, поэтому следует выбрать меньшую частоту тока, однако при этом увеличится время нагрева металла. Время нагрева металл преобразователем частоты до температуры 600-650^{0}С составила 3,5 минуты при частоте 8 кГц и при частоте 10 кГц - 2.41 минуты (рисунок 3). При этом транзисторы не перегревались, что требуется по условиям эксплуатации.



Рис. 2. Индукционный нагреватель в период испытания

Результаты испытания показали, что созданный индукционный нагреватель работоспособен, прошел успешное испытание, и система охлаждения индуктора работала исправна. Процесс индукционного нагрева металла можно осуществить до нужной температуры.



Рис. 3. Процесс индукционного нагрева металла до температуры 731°С

При разработке технической документации для изготовления лабораторного образца преобразователя частоты и выборе транзисторных JGBT модулей основное внимание было уделено топологии силовых шин модуля и способам подключения электрических цепей и отвода тепла. Даже при использовании самых современных чипов конструкция мощных ключевых модулей имеет чрезвычайно большое значение для обеспечения надежности и эффективности. Распределенные характеристики проводимости и значения паразитных индуктивностей шин связи и выводов должны иметь минимальное значение для уменьшения потерь и снижения уровня переходных перенапряжений.

На рисунке 4 представлена осциллограмма напряжения на выходе инвертора без конденсатора в первичной цепи трансформатора. Как видно из графика, осциллограмма напряжения имеет колебательный характер, это значит, что транзисторы работают в активном режиме. При этом они будут нагреваться и конечном счете выйдут из строя. Чтобы транзисторов перевести в ключевой режим, надо включать последовательно конденсатор С в выходной цепи инвертора, улучшить качество выходного напряжения и добиться последовательного резонанса.

На рисунке 5 представлена осциллограмма напряжения на выходе инвертора при конденсаторе в первичной цепи трансформатора. Как видно из графика, напряжения на выходе инвертора имеет прямоугольную форму, это значит, что транзисторы работают в режиме ключа, при этом они не

будут нагреваться.

Кроме того, подбирая экспериментальный путем значение конденсатора С можно не только улучшить качество выходного напряжения, но добиться последовательного резонанса. При резонансе активная мощность инвертора будет передаваться индуктору, т.е. заготовке для нагрева.

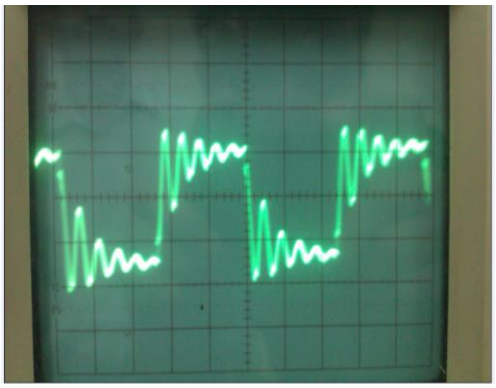


Рис. 4. Осциллограмма напряжения на выходе инвертора без конденсатора в первичной цепи трансформатора

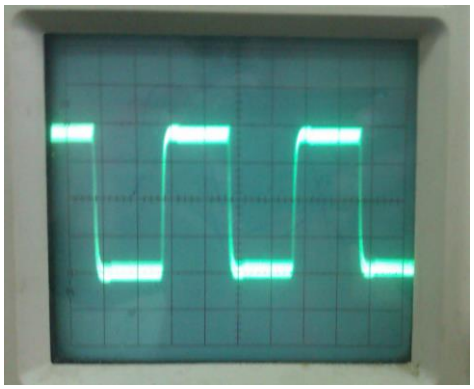


Рис. 5. Осциллограмма напряжения на выходе инвертора с конденсатором в первичной цепи трансформатора

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кувальдин А. Б. Индукционный нагреватель ферромагнитной стали. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 188 с.

[2] Многоступенчатый транзисторный инвертор (варианты). № 60621: Авторское свидетельство на предпотент. Комитет по правам интеллектуальной собственности министерства юстиции РК. – Бюл. № 9 от 15.07.2009 г.

[3] Преобразователь частоты на двух транзисторах для электротехнологии // XIV Междунар. конф. «Электромеханика, Электротехнологии, Электротехнические Материалы и Компоненты». – Крым: Алушта, 2012.

[4] Безтрансформаторный инвертор (варианты). № 73453: Авторское свидетельство на патент. Комитет по правам интеллектуальной собственности министерства юстиции РК. – Бюл. № 3 от 15.03.2012.

Исембергенов Н.Т., Сағындыкова А.Ж., Сарсенова А.А., Джобалаева Г.С.

Транзисторлық жиілік түрлендіргішті қолдану арқылы металды индукциялық қыздыру

Түйіндеме. Металды индукционды қыздыру үшін арзан тұратын пайдалы әсер коэффициенті жоғары габариті және салмағы аз жиілік түрлендіргіштер қолданылады. Олар жиілік түрлендіргіштердің диапазонын реттеуге, күштік транзисторлардың минималды санын таңдауға және орнатылған минималды қуаттарды қамтамасыз етеді. Жиілік түрлендіргіш пен индуктордың тәжірибелік үлгісі дайындалған. Индукционды металды қыздыру үшін жиілік түрлендіргіштің эксперименталдық зерттеулері жүргізілген.

Түйін сөздер: жиілікті түрлендіргіш, индукциялық қыздыру, транзистор модулы, симисторлар, үшфазалы түзеткіш, инвертор.

УДК 691.544

S.S. Satayeva, A.U. Imangaliyeva, D.S. Nazarova
(West Kazakhstan Agrarian Technical University n.a. Zhangir Khan, Uralsk, Kazakhstan)
e-mail: sataeva_safura@mail.ru

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF SULPHUROUS CEMENT

Abstract. The article deals with the production of a binder based on technical sulfur. Technical sulfur is modified with fuel oil. Lime was used as a filler. Sulphurous cement obtained in this composition has high physical and mechanical properties. Indicators of production of sulphurous cement in accordance with the technical conditions.

Key words: technical sulfur, fuel oil, lime, medium density, chemical resistance, water resistance, compressive and tensile strength, frost resistance, sulfur cement.

С.С. Сатаева, А.У. Имангалиева, Д.С. Назарова
(Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университет,
Орал, Қазақстан Республикасы)
e-mail: sataeva_safura@mail.ru

КҮКІРТТІ ЦЕМЕНТ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

Андатпа. Мақалада техникалық күкірт негізінде тұтастырғыш материал алу қарастырылды. Техникалық күкірт мазутпен модифицерленді. Толықтырғыш ретінде ізбес қолданылды. Осындай құрамда алынған күкіртті цемент жоғары физика-механикаық қасиеттерге ие. Алынған күкіртті цементтің басты көрсеткіштері техникалық шарттарға сәйкес.

Түйінді сөздер: техникалық күкірт, мазут, ізбес, күкіртті цемент, орташа тығыздық, химиялық тұрақтылық, суға төзімділік, қысу және созылу кезіндегі беріктілік, аязға төзімділік.

Кіріспе

Соңғы онжылдықта құрылыс материалдары саласында күкірт негізіндегі тұтастырғыш ретінде пайдаланылатын композицияларға қызығушылық артып келеді. Бұл алынған композициялық материалдардың нарықтағы рөлі техникалық артықшылықтарға негізделген, яғни, тез қатаю және беріктілік жиынтығы, агрессивті ортаның әсеріне төзімділік, гидрофобиялық.

Күкірт негізіндегі құрылыс материалдарын өндіруде таза түрдегі элементті күкірт морт сынғыш болуына байланысты пайдаланылмайды. Сондықтан, күкіртті химиялық модифицирлейді. Химиялық модифицирлеу негізінен полимерлік және қосымша қоспалар енгізу жолымен жүзеге асады. Бұл қоспалар күкіртке жоғары беріктілік, тотығу тұрақтылығы, адгезиялық және қаптау қасиеттері, тұрақты құрылым, серпімділік, биотұрақтылық сияқты қасиеттер береді. Модифицирленген күкірт – күкірттің өзі және оның органикалық қоспасы бар сополимерінің композициясы.

Бұл факт күкірттің моноклиналық формадан (S_8, S_β) неғұрлым тұрақты орторомбикалық (S_α) формаға (24 сағат ішінде) біртіндеп өтумен түсіндіріледі, ол материалдың ішкі кернеулерінің пайда болуына және деструкциясына ықпал етеді. Осылайша, берік, елеулі ішкі кернеусіз тұрақты материал алу үшін күкіртті модифицирлеу қажеттілігі туралы мәселе қойылды. Болашағы бар шешім ретінде, күкіртке тұрақты өнім алуға мүмкіндік беретін органикалық қоспалар қосу қарастырылды. Күкірт композицияларын және күкірттің полимерлік қосылыстарын толықтырғыш құрылыс материалдары өндірісінде модификатормен пайдалану олардың қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді және ішкі нарықтағы элементтік күкірттің өнеркәсіп саласының қосымша көлемін кеңейтеді. Өйткені, қазіргі құрылыс нарығында күкіртті материалдар өндіру ауқымды және қарқынды [1].

Мәселен, Р.Ф. Сабировтың зерттеу жұмысында [2] қалдық күкіртті бетон мен асфальт алу үшін қайта өңдеп, кәдеге жарату тәсілдеріне талдау жүргізілген. Мақалада күкіртті бетон өндіру технологиясына қатысты ғылыми зерттеудің негізгі кезеңдері көрсетілген. Материал, нарықтық экономикасы дамыған елдерде ғана емес, өзге мемлекеттерде сұранысқа ие. Сонымен қатар бұл өндірістің іріктемелі технологиялар әдістемесі мен оның негізгі техникалық шешімдері ұсынылған.

Аталған композицияны алу үшін негізгі компонент күкірт - көмірсутек шикізатын (газ, мұнай) өңдегендегі ілеспе өнім. Мұнай-газ саласы мамандарының мәлімдеуінше, Қашағанда күкіртті ілеспе өндірістен игеру жыл сайын 2 млн. тоннаға дейін мүмкін деп болжауда. Бұл ретте Теңіз кен орнын пайдалану кезінде 10 млн. тоннаға жуық күкірт жинақталған. ҚР Энергетика министрлігі мәліметінше, күкіртті сатудың жалпы әлемдік көлемі бүгінде жылына 40 млн. тоннаны құрайды. "Яғни біз үш миллионмен елеулі үлес қосып отырмыз, ал басқа кен орындарын кеңейту перспективасымен ол тек өсе түседі, және бізге осы кезеңде Қазақстанда күкіртті өткізудің және өңдеудің балама нұсқаларын іздеу өте маңызды. Яғни, отандық мұнайдағы күкірт мөлшері 0,35 %-дан 1,69 %-ға дейін ауытқиды. "Теңізшевройл" кеңейту жобасын аяқтағаннан кейін бұл көрсеткіш 2,2 млн. тоннаға жетеді", - деген қорытынды жасады Энергетика Министрлігінің сарапшылары [3].

Демек, күкірт өндірісінің артуы күкірттің қоймалық қорының өсуіне әкеледі. Күкірттің елеулі көлемін ұзақ сақтау, оның сапалық сипаттамалары төмендетіп, сондай-ақ қоршаған ортаға теріс әсерін береді. Мұндай жағдайларда өзекті міндет - күкіртті –өндірісте қажетті технологияларда кең ауқымды пайдалану.

Осыған сай, күкірттің қосымша мөлшерін іске асыру проблемасына деген қызығушылық, оның ішінде құрылыс саласында пайдалану әлі күнге дейін қолдау табуда. Сондықтан, күкірт қалдығының айтарлықтай қоры бар мұнайлы мемлекет Қазақстан үшін өндіріс қалдығын өңдеп, одан құрылыс

материалын алу - қоғамдағы өзекті мәселе.

Тәжірбиелік бөлім

Күкіртті цемент құрамы: тұтастырғыш - күкірт, модификатор – мазут, толықтырғыш – ізбес.

Тұтастырғыш ретінде Атырау мұнай өңдеу зауытынан шыққан техникалық күкірт қолданылды. Зерттелген күкірт сары-жасыл түсті түйіршік тәрізді зат. Қалдық техникалық күкірттің физика-химиялық көрсеткіштері: күкірттің массалық үлесі, күлділігі, қышқылдар, органикалық заттар және су анықталды [4].

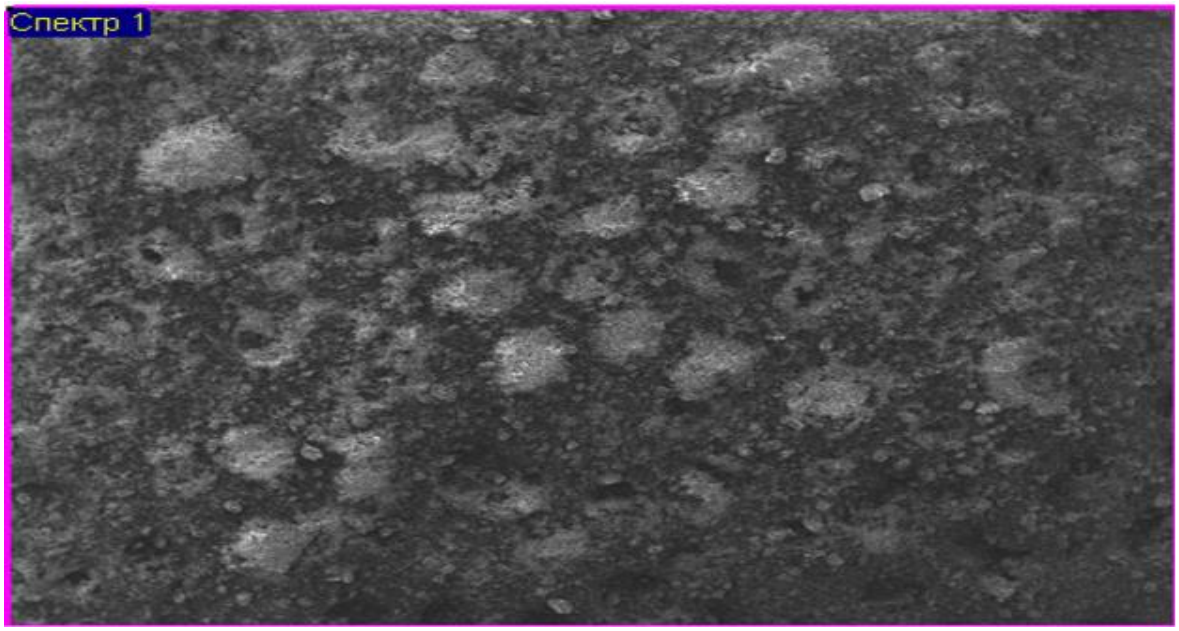
Модификатор ретінде Атырау мұнай өңдеу зауытынан алынған мұнайдың ауыр қалдығы мазут қолданылды. Мазут МЕМСТ 10585-2013 бойынша зерттеліп, техникалық шарттарға сай екені анықталды [5].

Толықтырғыштар гидроизоляциялық заттардың механикалық қасиеттерін жоғарлату үшін арналған қоспа. Олар материалдың ыстыққа, атмосфераға беріктілігін жоғарлатады, ұзақ уақыт қызмет жасайды, байланыстырғыштарды үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұл дегеніміз гидроизоляцияның құнын төмендетеді.

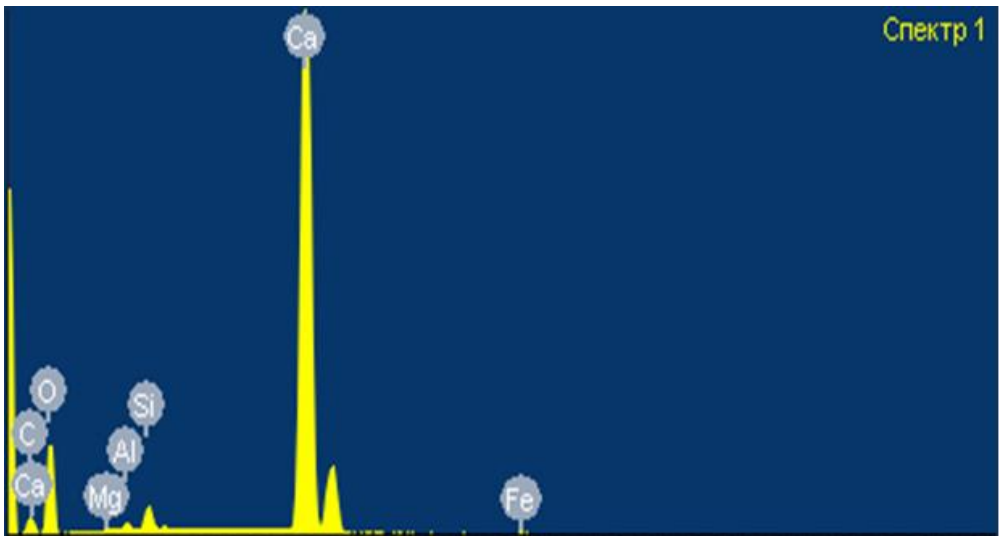
Толықтырғыштар бетонды қоспаның иілгіштігі мен су ұстағыш қабілетіне үлкен әсер етеді. Толықтырғышты қосқан кезде жылу бөлу және шөгінді деформациялар азаяды. Оларды енгізу цемент ұнтақтарын гидратациялау процесін тездетеді. Толықтырғыш ұнтақтары цемент тастарының кристалды құрылымын қалыптастыру процесіне қатысады. Толтырғыш және гидравликалық қоспаларды енгізу электр энергиясының, отынның шығынын және соңғы өнімнің өзіндік құнын төмендетеді. Толтырғыштардың гранулометриялық құрамын дұрыс таңдау арқылы қатайған цемент пен бетонның тығыздығын арттыруға болады.

Осыған орай, бірқатар жағдайларда жоғары маркалы цементтерге жергілікті арзан қоспалар қосу ұтымды. Толықтырғыш ретінде Батыс Қазақстан облысы «Меловые горки» кен орнынан алынған бор қолданылды. Борды күйдіру арқылы активті химиялық құрамы бар ізбес алынды.

Ізбестің құрылымдық құрамы электронды растрлық микроскоп арқылы зерттелді (1-2 суреттер).



1-сурет. Ізбестің электрондық құрылымы



2-сурет. Ізбес құрамындағы элементтер

Ізбестің элементтік, атомдық, салмақтық, құрамы мен техникалық сипаттамасы 1-2 кестелерде көрсетілген.

1-кесте. **Ізбестің элементтік, атомдық, салмақтық, құрамы**

Элементік үлесі, %	C	O	Mg	Al	Si	Ca	Fe
Массалық	3,17	44,27	0,24	0,35	1,30	50,33	0,34
Атомдық	6,05	63,44	0,23	0,30	1,06	28,79	0,14
Жалпы мөлшері	100						

2-кесте. **Ізбестің техникалық сипаттамасы**

Көрсеткіш атауы	Мәні
CaO мөлшері, %	70-93
Сөну уақыты, мин.	3-8
Белсенділігі, %	MgO 5 %-дан артық емес
CO_2 мөлшері, %	3-7
Өшпеген түйіршіктер, %	4-11

Күкіртті цемент алу әдістемесі

200 мл металл сыйымдылық 2⁄3 бөлігіне ұсақталған техникалық күкірттің кесектері (кесектер 100 мм-ден артық емес) салынады. Күкіртті 140-150 ^{0}C ысытады және оның тұтануына жол бермей, біркелкі қыздырады. 120 ^{0}C-да күкірт балқи бастайды. Оны толық балқытқаннан кейін магнитті миксер көмегімен үздіксіз араластыру кезінде біртіндеп мазутты (алдын ала қыздырылған) енгізеді.

Мазутпен күкірт толық дайын болғанға дейін (ұшқыш заттар толық жойылғанға дейін) қыздырады. Алынған қоспаға ізбес қосып, миксермен мұқият араластырады. Алынған күкірт цементін қалыптарға құяды және салқындату үшін қалдырады [6].

Нәтижелер және талқылау

Күкіртті цементі құрамының компоненттері әртүрлі концентрацияда алынды. Техникалық талаптарға жауап беретін күкірт цементінің ең оңтайлы құрамы, %: техникалық күкірт – 50; мазут – 10; ізбес – 40.

Күкірт цементінің физика-механикалық қасиеттері зерттелді. Қысу және иілу кезіндегі беріктігі, аязға төзімділігі, су өткізгіштігі, агрессивті ортадағы төзімділігі, қажалғыштығы анықталды. Тәжірбие нәтижелері 3-ші кестеде көрсетілген.

3-кесте. **Күкіртті цементтің физика-механикалық қасиеттері**

Көрсеткіштер	Цементобетон	Күкіртті бетон
Орташа тығыздығы кг/м^3	2600	2200-2600
Химиялық тұрақтылығы, %	23-35	84-95
Суға төзімділігі, МПа	0,8	1,0 кем емес
Су өткізбеушілігі, W	-	W20 кем емес
Беріктік, Мпа қысу кезіндегі созылу кезіндегі	 30-50 8-10	 40-80 10-12
Қажалғыштығы, г/см^2	0,4-0,7	0,2-0,3
Аязға төзімділігі (2 базалық әдіс бойынша МЕМСТ 10060.0-95)	F 100…F 200	F 1000 кем емес

Кестеде көрсетігендей, алынған күкіртті цемент жоғары физика-механикалық қасиеттерге ие: химиялық тұрақтылығы шамамен 4 есе, қысу кезіндегі беріктілігі дәстүрлі цементтен 1,5-2 есе жоғары, су өткізбейтін, аязға төзімді құрылыс материалы.

Күкіртті бетонның жоғары эксплутациялық қасиеттері оны келесі салаларда қолдануға мүмкіндік береді: жол құрылысы –тротуар және жол плиткалары, шеткі шашка, борт тасы және т.б.; өнеркәсіптік және ауыл шаруашылығы ғимараттарының коррозияға төзімді элементтері – химиялық кәсіпорындар мен автомобильді май құю станциясының едендері, футеровкалы және іргетас блоктары, ағызу науалары, коллекторлық сақиналар, сыймдылықтар; құбырлар – канализациялық, дренаждық, құбыржолдардың жиектері; нөлдік циклдің элементтері – іргетас блоктары, арқалықтар, қадалар; арнайы мақсаттағы конструкциялар – радиоактивті және химиялық қалдықтарды көмуге арналған контейнерлер, экрандаушы элементтер; жөндеу және қалпына келтіру жұмыстарын орындауға арналған құрамдар.

Қорытынды

Техникалық күкіртті қайта өңдеу арқылы күкіртті цемент алу экологиялық, экономикалық тиімді және құрылыс саласы үшін инновациялық байланыстырғыш. Алынған цементтің физика-механикалық қасиеттері жоғары болуына байланысты, қолданылу аясы да кең. Сонымен қатар, күкіртті цементті алу басқа цементтерге қарағанда технологиясы қарапайым және компоненттері қолжетімді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Крашенников С.В., Филатова О.Е., Мамаев А.В., Скрипунов Д.А., Алехина М.Н. Газовая сера: монография / С.В. Крашенников и др. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2015. – 136 с.

[2] Сабиров Р.Ф. Анализ известных способов переработки серы в серобетон, сероасфальт и другие продукты // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2016. - Т. 19. № 20. - С. 69-72.

[3] Скрипунов, Д.А. Проблема избытка газовой серы, варианты решения / Скрипунов, Д.А., Филатова О.Е. - М.: Газпром ВНИИГАЗ. – 2011. – 132 с.

[4] Сатаева С.С., Имангалиева А.У. Атырау мұнай өңдеу зауытындағы күкірттің физика-химиялық көрсеткіштері // Химический Журнал Казахстана. – 2019. - № 4 (68). - С. 84-90.

[5] Сатаева С.С., Имангалиева А.У. Использование нефтяных отходов для получения серного цемента // Химический Журнал Казахстана. – 2019. - № 4 (68). - С. 113-119.

[6] Мотин Н.В. Современные проблемы производства и применения технической серы в различных отраслях промышленности // Сборник трудов науч-практ. конф. «Перспективы и проблемы внедрения в гражданское, промышленное и дорожное строительство серосодержащих композитов». - Москва, Россия. – 2013. – С. 27-36.

Сатаева С.С., Имангалиева А.У., Назарова Д.С.

Разработка технологии получения серного цемента

Резюме. В работе получен вяжущий материал на основе технической серы. Техническая сера модифицирована мазутом. В качестве наполнителя вяжущего материала использована известь. Полученный в таком составе серный цемент обладает повышенными физико-механическими свойствами. Установлено, что основные показатели серного цемента соответствуют техническим требованиям.

Ключевые слова: техническая сера, мазут, известь, серный цемент, средняя плотность, химическая стойкость, водостойкость, прочность при сжатии и изгибе, морозостойкость.

ӘОЖ 661.152.3

N.A. Seitkhanov, U. Besterekov
(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, besterek_80@mail.ru)

RESULTS OF OBTAINING NP FERTILIZERS BASED ON AMMONIUM NITRATE AND PHOSPHATE ROCK

Annotation. The article presents the results of the search for NP fertilizers based on ammonium nitrate and phosphorous flour. The results of the study of ammonium nitrate and phosphorous flour are also presented. The composition and structure of the final product was determined using a scanning electron microscope.
Keywords: ammonium nitrate, phosphorous flour, NP fertilizer, scanning electron microscope.

Н.А. Сейтханов, У. Бестереков
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан, besterek_80@mail.ru)

АММОНИЙ СЕЛИТРАСЫ МЕН ФОСФОРИТ ҰНЫ НЕГІЗІНДЕ NP ТЫҢАЙТҚЫШЫН АЛУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Түйіндеме. Мақалада аммоний селитрасы мен фосфорит ұны негізінде NP тыңайтқышын алу ізденістері нәтижелері келтірілген. Сондай-ақ, аммиак селитрасы және фосфорит ұны зерттеу нәтижелері көрсетілген. Алынған нәтижелер бойынша растрлы электронды микроскоппен зерттеу барысында соңғы өнімнің құрамы мен құрылымы анықталды.
Түйін сөздер: аммоний селитрасы, фосфорит ұны, NP тыңайтқыш, растрлы электронды микроскоп.

Кіріспе

Қазіргі уақытта ауыл шаруашылығы өнімдерін арттыру қажеттілігіне байланысты минералды тыңайтқыштардың атқаратын орны өте маңызды. Минералды тыңайтқыштардың ішінде азот-фосфорлы тыңайтқыштарының орны ерекше.

Азот тыңайтқыштарының негізгі өкілдерінің бірі аммиак селитрасы. Аммиак селитрасына кешендік қасиет берудің ең тиімді жолдарынан бірі, оның құрамына фосфор элементін енгізу болып табылады [1-2]. Ғылыми мақалада еліміздің фосфатты шикізаттарының ұндары мен құрамында фосфоры бар қатты техногендік қалдықтар және аммиак селитрасы қоспалары негізінде азотты-фосфор құрамды жаңа минералды тыңайтқыш алып, оның құрамын талдау нәтижелері келтірілген.

Ғылыми зерттеу мақсаты «КазАзот» ЖШС келтірілген аммиак селитрасы үлгісі және Қазақстан Республикасындағы Қаратау фосфорит кен орнының фосфорит ұнын пайдаланып жаңа кешенді азот-фосфорлы тыңайтқыш алу мүмкіндіктерін анықтау болып табылды [3-4]. Нақтырақ айтқанда бұл ізденістер нәтижесі арзан, қолжетімді шикізаттан құнды тыңайтқыш алуға мүмкіндік береді.

Зерттеу әдістері

Бұл жұмыста зерттеу объектісі ретінде «КазАзот» ЖШС [5] зауытының өнімі яғни аммиакты селитра, Қаратау фосфорит кен орнының фосфорит ұны, және жаңа кешенді тыңайтқыштың құрамы мен қасиеттері туралы шынайы мәліметтер алу үшін физико-химиялық, химиялық талдау әдістері жүргізілді.

Тәжірибені жүргізу әдістемесінде жүргізуге қажетті шикізаттарды («КазАзот» ЖШС аммоний селитрасы және Қаратау фосфорит ұны) және қажет болатын құралдарды дайындалады. Содан соң қолданылатын шикізаттарға – аммиак селитрасы және Қаратау фосфорит ұнының үлгілеріне, алынған өнімге зерттеулер жүргізеді. Олардың құрамындағы P_2O_5 массалық үлесін, pH мәнін, ерімейтін заттардың үлес салмағын, судың массалық үлесін, гранулометриялық құрамын, беріктігін, жабысқақтығын, ылғалдылығын зертханалық және ғылыми зерттеулік ізденістер үшін ең тиімді және сенімді тәсілдерді пайдаланып анықталады.

Тыңайтқышты сипаттауда олардың физико-химиялық, механикалық қасиеттері мен тауарлық сапасын (нығыздалып, ылғалдануын, түйіршікті құрамын, қаттылығын, тығыздығын, себілу мүмкіндігін) ескеру керек [6].

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Ізденісте Қаратау фосфорит ұны мен аммоний селитрасы шикізат ретінде пайдаланылды. Зерттеу барысында осы шикізаттардың және өнімнің химиялық мен минералдық құрамы анықталды.

Өндірістік аммиак селитрасы үлгісінің физико-химиялық талдау нәтижелері 1-кестеде келтірілген. Зерттеу жұмыстары Ақтаудағы «ҚазАзот» АҚ өндірілген аммиак селитрасына жүргізілді.

Кесте 1. **Аммиак селитрасының құрамы мен қасиеттері**

№	Зерттелген көрсеткіштер	Нәтижелер
1	Сыртқы көрінісі	ақ түсті түйіршіктер
2	Құрғақ заттардағы азоттың мөлшері, %	34,4
3	Судың үлес салмағы, %	0,39
4	10% массалық үлесі бар су ерітіндісінің pH мәні	5,0
5	10% HNO_3-де ерімейтін заттардың үлес салмағы, %	0,011
6	Фосфаттардың P_2O_5 тұрғысынан үлес салмағы	0,0092
7	Жұмсақтық, %	100
8	Ылғалдылық, в %	0,52
9	Түйіршіктердің беріктігі, Н/түйіршікке	12,6

1-кестедегі деректерден аммиак селитрасының үлгісі МЕСТ 2-2013 [7] талаптарына сәйкес келетіндігін байқауға болады.

Аммиак селитрасы үлгісінің гранулометриялық талдау нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2. **Аммиак селитрасының гранулометриялық құрамы**

Елеуіштің өлшемдері	Үлгідегі фракциялардың массалық үлесі, %
7,1 мм	жоқ
5,0 мм	жоқ
3,15 мм	16,3
2,00 мм	66,07
1,4 мм	14,29
1 мм	1,71
710 мм	0,11
500 мм	0,06
315 мм	жоқ
100 мм	жоқ

2-кестедегі деректерге сәйкес, өндірістік аммиак селитрасы үлгісінің түйіршіктері МЕСТ 2-2013 [7] талаптарына сәйкес келеді.

Қаратау фосфориті ұнының химиялық талдау нәтижелері (массалық үлесі %) 3, 4 – кестелерде көрсетілген.

Кесте 3. **Қаратау фосфорит ұнының құрамы**

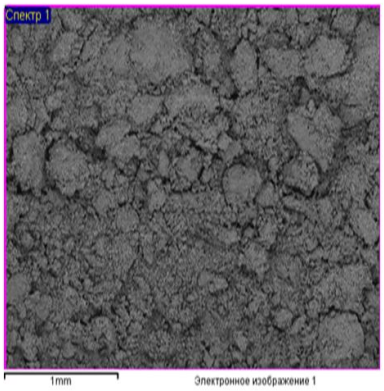
Химиялық құрамы	Массалық үлесі,%
P_2O_5	19,93
CaO	32,30
MgO	1,86
Al_2O_3	2,57
Fe_2O_3	10,06
SO_4	0,50
F	2,37
CO_2	6,90
H.O	16,00
H_2O	10,00

3-кестеде Қаратау фосфорит ұнының химиялық құрамы көрсетілген. Мұндағы, нәтижелерге қарайтын болсақ Қаратау фосфоритінің басты кемшілігі оның құрамындағы қышқылдармен өңдеуге кедергі жасайтын Al_2O_3, Fe_2O_3 және ерімейтін қалдықтын көп болуы. Ал негізгі қоректік элемент P_2O_5-тің массалық үлесі 19,93 пайызды құрайды.

Кесте 4. **Фосфорит ұнының құрамындағы P_2O_5 жалпы, P_2O_5 с.е., P_2O_5 сің, P_2O_5 л.қ.е. және ерімейтін қалдық мәндері**

№	Фосфорит ұны кен орны	P_2O_5 жалпы, %	P_2O_5 суда ерімталдығы, %	P_2O_5 сің (трилон Б), %	P_2O_5 лимон қышқылында ерімталдығы, %	Ерімейтін қалдық, %
1	Қаратау	19,93	0,375	5,0	4,9	34

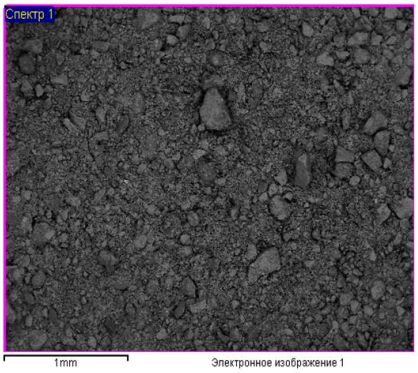
Өндірістік аммиак селитрасы үлгісінің РЭМ талдауының нәтижелері 1 суретте келтірілген.



Элемент	Массасы, %	Оксидке есептегенде массалық құрамы, %
N	32.62	
O	67.13	
Mg	0.20	0,3316
Si	0.06	0,12334

Сурет 1. Аммиак селитрасы үлгісінің РЭМ деректері

1-суреттен аммиак селитрасы үлгісі құрамындағы азоттың мөлшері жоғары екендігін көруге болады. Қаратау фосфорит ұнының РЭМ талдауының нәтижелері 2-суретте келтірілген.

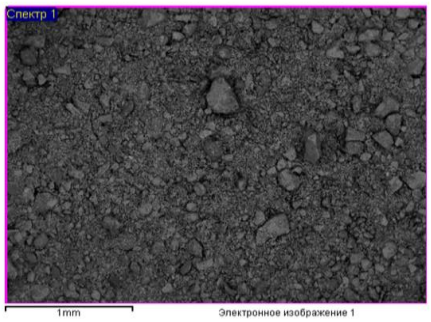


Химиялық құрамы	Массалық үлесі,%	Оксидке есептегенде,%
O	46.93	
Na	0.24	0.32
Mg	1,12	1.86
Al	1.36	2,57
Si	7,94	23,82
S	0.25	0.5
Ca	23.08	32,3
F	2,37	10,06
P	8,70	19,93
K	0,76	0,92
Fe	1,23	1,76
Mn	0.12	0.19

Сурет 2. Қаратау фосфорит ұнының РЭМ деректері

2-суреттегі Қаратау фосфорит ұнының РЭМ талдауларының нәтижелерінен фосфорит ұнының құрамындағы фосфор оксидінің мөлшері 19,93 % құрайтығын көруге болады. Сонымен қатар, Қаратау фосфорит ұны басқа да микроэлементтерге бай екендігін де көруге болады.

Алынған өнімнің РЭМ талдауының нәтижелері 3-суретте келтірілген.



Химиялық құрамы	Массалық үлесі,%	Оксидке есептегенде,%
N	23.53	
O	48.93	
F	1.30	
Na	0.82	1,10
Mg	0.29	0,48
Al	1,40	2,65
Si	5.79	12,38
P	2.45	5,61
S	0.25	0,63
K	0.86	1,04
Ca	13.60	19,03
Fe	1.09	1,56

Сурет 3. Алынған 4,7:1,1 қатынастағы NP өнімінің РЭМ деректері

Кесте 5. **Алынған өнімге жүргізілген зерттеулер нәтижелері**

№	Массалық қатынас, $N:P_2O_5$	$P_2O_{5жалпы}$, %	$P_2O_{5сің}$, %	$P_2O_{5суда\ ерімталдығы}$, %	N, %	Судың массалық үлесі, %
1	4,7:1,1	5,61	2,41	0,4	23,53	1,44

5-кестеде аммиак селитрасы мен фосфорит ұнын араластыру арқылы алынған өнімнің құрамы көрсетілген. Мұнда аммиак селитрасы мен фосфорит ұнын $N:P_2O_5$=4,7:1,1 қатынастар аралығында алынды.

3-сурет және 5-кестеден көрінгендей, зертеу нысанында N-23,53%, MgO -0,48%, P_2O_5 -5,61%. Бұл мәліметтер алынған өнім МЕСТ талаптарына сай келетіндігін күәландырады.

Қорытынды

Мақалада бастапқы шикізаттардың құрамына талдаулар жүргізілді. Аммиак селитрасы үлгісінің химиялық талдауы нәтижесінде ондағы ең негізгі керек азоттың мөлшері 34,4% екені анықталды. Қаратау фосфорит ұнына да химиялық талдау жасалынды, талдаудың нәтижесінде оның құрамындағы фосфордың массалық үлесі 20,625% екені анықталды. Осы талдаулардың нәтижесіне сүйене отырып аммоний селитрасы мен фосфорит ұнына массалық салмағы бойынша есептеулер жүргізіліп, сол есептеулерге байланысты азот-фосфорлы тыңайтқыштар алынды. Дайын болған өнімдегі жалпы, сіңірімді және суда ерімтал P_2O_5, азотқа және ерімейтін қалдықтарды анықтау үшін талдаулар жасалынды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Чернышев А. К., Левин Б. В., Туголуков А. В., Огарков А. А., Ильин В. А., Аммиачная селитра: свойства, производство, применение. – М.: INFOKhIM, 2009. – 544 с.

[2] Олевксий В.М. Технология аммиачной селитры: монография. -М.: Химия, 1978. – 311 с.

[3] Маденов Б.Д., Сейтпазаров Р., Беглов Б. М. Азотно-фосфорные удобрения, получаемые введением в плав аммиачной селитры фосфоритной муки Чилисайского месторождения // Химическая промышленность. - 2012. - №7(89). - С.327-332.

[4] Воробьева Т.А., Костина Н.В. Исследования физико-механических свойств удобрений на основе аммонийной селитры с неорганическими добавками // Изв. вузов. Химия и хим. технол. – 2013. - №11(56). - С.100-103.

[5] Официальный сайт ТОО «КазАзот». URL: http://kazazot.kz. (Доступен на 01.05.2020).

[6] Мельников Е.Я. Справочник азотчика. Т.1. - М.: Химия, 1967. - 492 с.

[7] ГОСТ 2–2013 «Селитра аммиачная. Технические условия». - М.: Стандартинформ, 2014. - 65 с.

Сейтханов Н.А., Бестереков У.

Результаты получения пр удобрений на основе аммонийной селитры и фосфоритной муки

Резюме В статье представлены результаты исследовании удобрений NP на основе аммонийной селитры и фосфоритной муки. Также представлены результаты исследовании аммиачной селитры и фосфоритной муки. По результатам исследования растровым электронным микроскопом был определен состав и структура конечного продукта.

Ключевые слова: аммонийная селитра, фосфоритная мука, NP удобрение, растровый электронный микроскоп.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Досхожаев А.С, Унаспеков Б.А, Войтов Е.Л, Солобович Ю.Л.
ҚАЗАҚСТАН МЕН РЕСЕЙДІҢ ІРІ МЕГАПОЛИСТЕРІ ҮШІН АУЫЗ СУДЫ ДАЙЫНДАУДЫҢ ҚАУІПСІЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЗЕРТТЕУ…… 3
Ошанова Г.А., Шимшиков Б.Е.
ТОПЫРАҚТЫҢ ТҰЗДАНУ ДЕҢГЕЙІН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН ҒЫЛЫМИ ӘДІСТЕРГЕ ШОЛУ..... 6
Мұқанова Г.А., Ахтаева Н.З., Аманғазиева Ұ.Т., Зубова О.А., Айтуганов Е.Н.
ХРОМ КЕНІН ӨНДІРУ АЙМАҒЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ СИПАТТАУ..... 10
Кожабекова З.Е., Бакирбаева П.А., Екейбаева Д.П.
ҚАЗАҚСТАННЫҢ КӨЛІК САЛАСЫН ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙЛАРДА ТАЛДАУ..... 16
Калымбетов Г., Кедельбаев Б., Лаханова К., Изтлеуов Г., Балхибеков Р.
БИДАЙ САБАНЫН ГИДРОЛИТИКАЛЫҚ ГИДРОЛИЗДЕУ ЖӘНЕ ГИДРЛЕУ ПРОЦЕСІНІҢ ОҢТАЙЛЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 22
Ахметжанова Г.А.
ҚАЗАҚСТАННЫҢ МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ ТЕХНОГЕНДІК ТӘСІЛДЕРІН ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ МОНИТОРИНГ..... 26
Базарбаева Т.А., Урымбаева А.А., Муканова Г.А., Нуртилеуова С.Р., Алькеев М.А., Жантеева Г.Е.
АҚСУ ӨЗЕНІ БАССЕЙНІ ГЕОЖҮЙЕСІ ТҮЗІЛУІНІҢ ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАРЫ..... 31
Бодесова А.Е., Ахметов Б.С.
ТОПЫРАҚТЫҢ ҚИҒАШ ҚАБАТТАЛҒАН АНИЗОТРОПТЫ ҚҰРЫЛЫМЫН БҰЗУДЫҢ БАСТАЛУЫН АНЫҚТАУҒА МҮМКІНДІК БЕРЕТІН КРИТЕРИЙЛЕР……. 36
Мусагалиева А.Н., Асипова Ж.М., Жақыпбек А.М.
АТЫРАУ ОБЛЫСЫНЫҢ АТМОСФЕРАҒА ШЫҒАРЫЛАТЫН ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРЫНЫҢ ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІН ТАЛДАУ..... 39
Рысбаева Г., Абилдаева Р., Балхибеков Р., Бакытжанова А., Колесников А.
КӨМІРСУТЕКТІ ТОТЫҚТЫРАТЫН МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ ТАРАЛУЫНА МҰНАЙ КӨМІРСУТЕКТЕРІНІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 46
Абилдаева Р., Рысбаева Г., Исаев А., Нуртлеуова С., Колесников А.
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖАНУАРЛАРЫНЫҢ МИКРОБТЫҚ АУРУЛАРЫНА ҚАРСЫ КҮРЕСЕДЕ БИОТЕХНОЛОГИЯ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ..... 51
Абилдаева Р., Айткул Ж., Рысбаева Г., Нуртлеуова С., Колесников А.
ЭНТОМОПАТОГЕНДІ САҢЫРАУҚҰЛАҒТАРДЫҢ АҚСУ- ЖАБАҒАЛЫ ҚОРЫҒЫНДАҒЫ ЗИЯНКЕСТЕРГЕ ӘСЕРІН БАҚЫЛАУ..... 56
Айдосов А, Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т., Кунаева Г., Исламбердиев Ж.А, Шиланбаев Б. А.
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК МОДЕЛІН ҚҰРУ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТЕТІК ҚАҒИДАТТАРЫ НЕГІЗІНДЕ МҰНАЙ-ГАЗ ЖӘНЕ БАСҚА ДА ӨНДІРІСТІК ӨҢІРЛЕР..... 59
Айдосов А. А., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т.,
ӨНЕРКӘСІПТІК АЙМАҚТАРДЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ ЛАСТАНУЫНЫҢ ХАЛЫҚ ДЕНСАУЛЫҒЫ ЖАЙ-КҮЙІНІҢ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІН МОДЕЛЬДІК БАҒАЛАУ..... 67
Тлеуова Ж.Т., Мұхамеджанов М.А.
АНТРОПОГЕНДІК ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІС ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ШАРТТАРЫН БАҒАЛАУ……... 74
Даулетбаева М.М., Зубова О.А., Джамилова С.М., Абдрахимова А.О.
ЭНДОМИКОРИЗАЛЫҚ САҢЫРАУҚҰЛАҚТАРДЫҢ ТОПЫРАҚТА ТАРАЛУ ЕРЕКШЕЛІГІ..... 81
Жусупова И.М.
ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНЫҢ АЗОТ ЖӘНЕ ФОСФОР БАР ЗАТТАРМЕН СУ ҚҰРАМЫНЫҢ ЛАСТАНУЫ..... 85
Сатбаева Г.С., Тлеуберлина О.Б.
ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ АУМАҚТАРДЫҢ ЭКОЖҮЙЕЛІК ҚЫЗМЕТІН БАҒАЛАУ..... 89
Чепашев Д. В.
LANDSAT-8 OLI СПУТНИКТІК СУРЕТТЕРІНІҢ КӨМЕГІМЕН ОҢТҮСТІК ТОРҒАЙ МҰНАЙ-ГАЗ БАССЕЙНІНІҢ АУМАҒЫНДА КӨМІРСУТЕКТЕРДІҢ ЖОҒАРЫ ҚАРАЙ СІҢІП ӨТУІНІҢ ПОТЕНЦИАЛДЫ АЙМАҚТАРЫН КАРТАЛАУ..... 94

Техникалық ғылымдар

Адилжанова С.А., Тюлепбердинова Г.А., Ғазиз Г., Сақыпбекова М.Ж.
АҚПАРАТТАНДЫРУ ОБЪЕКТІЛЕРІНІҢ КИБЕРҚАУІПСІЗДІК РЕСУРСТАРЫН ДИНАМИКАЛЫҚ БАСҚАРУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ..... 102
Юсупова Д. А., Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.
БЕТТІК ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ СИГНАЛЫН ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІ…… 106
Жапбасбаев У.К., Солтанбекова Қ.А.
СІЛТІ-БАЗ-ПОЛИМЕРДІ (ASP) ӘСЕР ЕТУДІ ТҰТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙ ҮШІН ҚОЛДАНУ..... 111
Байкенжеева А.С., Имангалиева А.К.
ІС ЖҮРГІЗУДІ ЖҮРГІЗУДІҢ НЕГІЗГІ ПРОЦЕСІ ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІ ЖҮЙЕСІНДЕ..... 116
Адамбаев М.Д., Сарыбаева Ж. М., Калабаева А.Е.
S- ПІШІНДІ ЕКПІН ҚИСЫҒЫ БАР ӨНЕРКӘСІПТІК БАСҚАРУ ОБЪЕКТІСІН СӘЙКЕСТЕНДІРУ ӘДІСІ…… 119
Кибиров Б. С., Мұсапирова Г. Д.
«INBETWEEN» ҚАЗАҚ ТІЛІН ҮЙРЕНУГЕ АРНАЛҒАН АҒЫЛШЫН ТІЛДІ ПЛАТФОРМАНЫ ҚҰРЫЛУЫ..... 124
Досхожаев А. С, Унаспеков Б. А, Войтов Е. Л, Солобович Ю. Л.
ҚАЗАҚСТАН МЕН РЕСЕЙДЕ АУЫЗ СУДЫ ДАЙЫНДАУДЫҢ ҚАУІПСІЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ… 130
Турарова М.К., Модин И.Н., Мирғалиқызы Т.
КАЛУГА АЙМАҒЫНЫҢ «ОПАКОВ» ЕСКІ ҚАЛАШЫҒЫНДАҒЫ ЭЛЕКТРЛІК ТОМОГРАФИЯМЕН ЗЕРТТЕУ ДЕРЕКТЕРІН 2D ИНВЕРСИЯЛАУ ЖӘНЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ..... 133
Жексебай Д.М., Хохлов С.А., Әсілхан Ә.Д., Хохлов А.А.
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ (MACHINE LEARNING) КӨМЕГІМЕН МОЛЕКУЛАЛЫҚ БҰЛТТАРДЫ ЖӘНЕ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫН ЖІКТЕУ..... 142
Алипбекова Ж.К., Сырманова К.К., Хамидов Б.Н., Сакибаева С.А., Калдыбекова Ж.Б.
БИТУМДЫ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТА РЕЗЕҢКЕ ҰНТАҚТАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЖАҚСАРТУ..... 149
Тәжен А.Б., Thilo A., Jacoby J., Досболаев М. К., Рамазанов Т. С.
НВ ЖЕЛІСІНІҢ ШТАРКОВ КЕҢЕЮІ ӘДІСІМЕН ИМПУЛЬСТІ ПЛАЗМАЛЫҚ АҒЫННЫҢ СПЕКТРАЛЬДЫ ДИАГНОСТИКАСЫ..... 153
Агишев А.Т., Тілеуқұлова А.Қ., Ермекбаев Б., Жунус А.Ж., Ален А.Ж.
ГАЗ ТОЗАҢДЫ ҚАБЫҚТАРЫ БАР ЖҰЛДЫЗДАР СПЕКТРІНДЕ ЭНЕРГИЯНЫҢ ҮЛЕСТІРІЛІМІН ИНФОРМАЦИЯЛЫҚ-ЭНТРОПИЯЛЫҚ ТАЛДАУ..... 158
Құдайкулов А., Қалимолдаев М., Ташев А., Бегалиева Қ., Аршидинова М.
ШЕКТЕУЛІ ТЕМПЕРАТУРА МЕН ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ БІР МЕЗГІЛДЕ БОЛҒАН КЕЗДЕ СЫРЫҚТЫҢ ТЕРМО-МЕХАНИКАЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІН ЗЕРТТЕУ АЛГОРИТМІ..... 163
Саметова А.А., Мазаков Т.Ж., Салимханова А.С.
ОРМАН ЖӘНЕ ДАЛА ӨРТТЕРІНІҢ ДАМУЫН БАҚЫЛАУ…….. 175
Турманова К.Н., Жакыпов А.С., Толепов Ж.К., Овсянников С.В., Капанов А.С.
$GE_2SB_2TE_5$<AG> ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРЛІК ҚАСИЕТТЕРІНЕ КҮМІС ҚОСПАЛАРЫ МЕН ӨЛШЕМ ЭФФЕКТІСІНІҢ ӘСЕРІ…….. 179
Расул Д.Қ., Касимов А.О.
ТАЛШЫҚТЫ ТОРЛЫ СЕНСОРДЫ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ..... 184
Абдиев Б., Карымсакова Н., Сатыбалдина Д.
МАҚСАТТЫ ШАБУЫЛДАРДАН ҚОРҒАУ ЖӨНІНДЕГІ СЫНАҚ (ТЕСТІЛІК) ІС-ШАРАЛАРЫН ЖҮРГІЗУ..... 189
Иманбаев Қ.С., Шәріпова Б.Д., Джанузаков С.Д, Джанузаков А.С.
ИЕРАРХИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДЫ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ АЛГЕБРАЛЫҚ ҰСЫНЫЛУЫ..... 198
Табылов А.У., Булекбаева Г.Ж.
ТЕҢІЗ ПОРТТАРЫНЫҢ АЙЛАҚТАРЫ МЕН ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУ АЯСЫН АРНАЙЫЛАУ АРҚЫЛЫ ТЕҢІЗ ПОРТТАРЫНЫҢ ЖҰМЫС РЕТІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ..... 204
Мейрбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Жигитбекова А.Д., Болысбек А.А.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ПОЛИГОНДАРЫНДА ҚАТТЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ ЖИНАЛУЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ АЗАЙТУ ЖОЛДАРЫ..... 211
Тюлепбердинова Г.А., Адилжанова С.А., Газиз Г.Г., Тойғанбаева Н.А., Сақыпбекова М.С.
ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОҒАМДА ПАЙДАЛАНУ ДЕҢГЕЙІН БАҒАЛАУ..... 215

Жаркевич О.М., Жунуспеков Д.С., Мукашев Р.Р.
МЕХАНИКАЛАНДЫРЫЛҒАН БЕКІТПЕ ГИДРОСТОЙКАСЫНЫҢ РЕСУРАСЫН АРТТЫРУ ӘДІСІН ТАҢДАУ ЖӘНЕ НЕГІЗДЕУ……. 220
Калижанова А.У., Кисала П., Козбакова А.Х., Еділхан Д., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж.Т.
ТОЛЫҚ ИНТЕРРОГАЦИЯ ЖҮЙЕСІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТЕСТІЛЕУ..... 224
Дон И.А., Унаспеков Б.А.
HOFFMAN АЛЮМИНИЙ ПРОФИЛЬДЕРІН ШЫҒАРАТЫН ЗАУЫТ МЫСАЛЫНДА ӨНДІРІСТІК ПЕШТЕРДІ ГАЗБЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 233
Унаспеков Б.А., Дон И.А.
ӨНЕРКӘСІПТІК ПЕШТЕР МЕН ГАЗБЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖҰМЫСЫН ТАЛДАУ…. 236
Зернов Д.Ю., Қанғожина Қ.М., Семененко С.П., Глывяк А.Я., Касенова А.И.
АДАМ ҚОЗҒАЛЫСЫН ҮШӨЛШЕМДІ МОДЕЛДЕУДІҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ..... 239
Алтаев Д.Р., Бубликов В.О.
KUBERNETES БАЗАСЫНДА РЕСУРСТАРДЫ БӨЛУДІҢ БҰЛТТЫ ЖҮЙЕСІНІҢ МОНИТОРИНГІН ЖӘНЕ БАС ТАРТУҒА ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ…….. 243
Бубликов В.О., Алтаев Д.Р.
МАСШТАБТАУ ҮШІН МОНОЛИТТІ ЖҮЙЕДЕН МИКРОСЕРВИСТІ ТАҢДАУ…….. 247
Асқаруұлы А., Әлібекова А.Қ., Мурадов А.Д.
ЭЛЕКТРОНДЫ СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕНІН ПОЛИИМИДТІ МЕТАЛДАНДЫРЫЛҒАН ҚАБЫРШАҚТАРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯСЫНА ӘСЕРІ..... 253
Толеуова А.Р., Жаркевич О.М., Мусин Е.Т.
БОЛАТТЫН САПАСЫН ДАМЫТУҒА АРНАЛҒАН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕР…….. 258
Мусабаев Б. К., Урсарова А.К., Жатканбаева Э.А., Сарбаев С.Ш.
ЕУРАЗИЯЛЫҚ КЕҢІСТІКТЕ КОНТЕЙНЕРЛІК ТАСЫМАЛДАУДЫҢ ДАМУЫ 263
Суюндыкова Г.С., Кенжегулов А.К., Оспанали А.Т., Медянова Б.С., Партизан Г., Алиев Б.А.
ЖОҒАРЫ ЖИІЛІКТІ МАГНЕТРОНДЫ ТОЗАҢДАТУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН SIC НАНОҚҰРЫЛЫМДАРЫН СЭМ ЗЕРТТЕУ..... 268
Бектібай Б. Ж., Г.Б. Жуман, Жексен Ұ.Ж.
ҚАРАЖАТ ҮНЕМДЕУ МАҚСАТЫНДА МЕКЕМЕЛЕРГЕ ЭНЕРГОМЕНДЖМЕНТ СТАНДАРТЫ НЕГІЗІНДЕ ІС-ШАРАЛАР ЕНГІЗУ..... 273
Глущенко Т.И., Бедыч Т.В., Федорова М.Л.
ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛІ ……. 278
Жамалов Е.Қ., Жұматова А.А., Сарсенбаев Е.А., Минажова С.А.
ФОТОЭЛЕКТРЛІК ПАНЕЛЬДЕРДІ ТАЗАРТУ ӘДІСТЕРІ..... 283
Баталова М.С., Алпысбаева Б.Е., Коробова Н.Е.
АНОДТАУ БАРЫСЫНДА НАНОТАЛШЫҚТАРДЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫНА ЭЛЕКТРОЛИТ ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 287
Оразалиева С.
КӨЛБЕУ ТАЛШЫҚТЫ ОПТИКАЛЫҚ БРЭГ ТОРЫН (TFBG) ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ОПТИКАЛЫҚ ТАЛШЫҚТАРДЫ СПЕКТРЛІК ӨЛШЕУ ҮШІН ӨЛШЕУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ..... 291
Дәуітбай Ш. К., Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.
ЖЫЛЫЖАЙ ІШІНДЕГІ МИКРОКЛИМАТТЫ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ..... 295
Кәдір М.Ф., Алпысбаева Б.Е., Смирнов В.Ю.
НАНОКЕУЕКТІ АЛЮМИНИЙ ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ МЕМБРАНАЛАРДЫҢ КӨПСАТЫЛЫ ҚАЛЫПТАСУЫ..... 301
Рахматуллина Р.Ф., Касимов А.О.
ДЕРЕКТЕРДІ БЕРУДІҢ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯСЫ: LI-FI…….. 305
Головчун М.А., Киселева О.В.
ARDUINO ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ПАЙДАЛАНУ..... 309
Ахметов Д.Р.
АДАМДЫ БЕТ-ӘЛПЕТІНЕН ТАНУДЫ БЕЛГІЛІ ӘДІСТЕРДІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ..... 313
Қабылбекова Қ.Ш., Нурмуханова А.З.
КЕУДЕ ҚУЫСЫ МҮШЕЛЕРІН ТЕКСЕРУГЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН САНДЫҚ ФЛЮОРОГРАФИЯ ЖАБДЫҒЫНА СЕРТИФИКАТ АЛУДЫ ТАЛДАУ..... 320
Мейрамбекұлы Н., Темирбаев А.А., Карибаев Б.А., Намазбаев Т.А.
АНИЗОТРОПТЫ ФРАКТАЛ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН КІШІ ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫНА АРНАЛҒАН S-ДИАПАЗОНДЫ ПАТЧ АНТЕННА..... 324
Муталиев А., Самойлов К.И., Ходжиков А.В.
ДАМУ ЖОЛЫНДА ЭНЕРГИЯ ТИІМДІ КЕШЕНІ ……... 330
Серикбаева М.Н., Балакаева Г.Т.
DATA MINING ӘДІСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ ӨҢДЕУДІ МОДЕЛЬДЕУ…… 337

Саримова Б. Т., Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.
ГИЛЬБЕРТ-ХУАНГ ТҮРЛЕНУІ НЕГІЗІНДЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММАЛАРДЫ ШУЫЛҒА ҚАРСЫ ӨҢДЕУ 341
Жусипова О., Сайлаубек Т., Рахымбаев С., Айтқожаев А.З., Баймаханов Г.А.
КӘСІПОРЫНДА ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН САПА ЖҮЙЕЛЕРІН ИСО СТАНДАРТТАРЫ НЕГІЗІНДЕ ДАМЫТУ 346
Бектурсунова А. К., Ботабаев Н. Е., Тоғатаев Т. У., Еркебай Ғ.Н.
БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІ БАР ТАЛШЫҚТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ ӘДІСТЕРІ 350
Тұрсынбай Ғ. Б., Нурмауханова А.З.
ЖОЛ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ЖАСАЛУЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССІН ЗЕРТТЕУ ЖОСПАРЫН ӘЗІРЛЕУ 355
Утепбергенов И.Т., Шерстобоев М.А.
ВАЛЮТА КУРСТАРЫН АЛДЫН АЛА БОЛЖАУ ТӘСІЛДЕРІ ҮШІН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ПАЙДАЛАНУ 359
Шокай У., Кожагулов О., Аскарбеков Э.
СПИРТ БАРДАСЫНАН ЖЕМ-ШӨП ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ 364
Абыканова Б.Т., Сариева А.К., Кабиден К.Б., Мурынов Б.А.
ЭНЕРГИЯНЫ БАСҚАРУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ АРҚЫЛЫ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ 370
Джумамухамбетов Д.Г., Садықова Н.Ғ., Сариева А.К.
ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШ НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ 375
Сарбаев С.Ш., Айкумбеков М.Н., Абибуллаев С.Ш., Нуржаубаев М.М., Токтамысов Б.А.
ОЙЫН ТЕОРИЯСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЖАЛПЫ КӨЛІК ТОРАПТАРЫНДАҒЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ ЖҮЙЕЛЕРІН ЖЕДЕЛ БАСҚАРУ 380
Мусабаев Б.К., Камзина А.Д., Нуржаубаев М.М., Абибуллаев С.Ш., Токтамысов Б.А.
ЭКСПОРТТЫҚ-ИМПОРТТЫҚ ОПЕРАЦИЯЛАРДЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ КЕЗІНДЕ АҚПАРАТТЫҚ СЕРВИС ОРТАЛЫҒЫНЫҢ МІНДЕТТЕРІН ОРНАТУ ЖӘНЕ ҮЛГІЛЕУ 386
Жоранова Н.Ж., Боранкулова Г.С.
ТҰТЫНУ НЕСИЕЛЕНДІРУ ҮРДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ 392
Заманбекова А.Ж., Унаспеков Б.А.
ГАЗ ТӘРІЗДІ ОТЫННЫҢ ЖАНУЫ 399
Беккожина Б.К., Демьяненко А.В., Кошеков К.Т., Айтулина А.М.
ЭЛЕКТР ТҰТЫНУДЫ БОЛЖАУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ 44
Назарова К. Ж., Усманов Қ. Ы., Еркишева Ж. С.
ИМПУЛЬСТІ ШЕТТІК ШАРТТЫ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІНІҢ БІР ДЕРБЕС ЖАҒДАЙЫНЫҢ БІРМӘНДІ ШЕШІМДІЛІГІ 408
Нуранбаева Б.М., Ахмеджанов Т.К., Омарова М.О., Қызылғұл А.А.
МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ 414
Бейсек Л.Б., Киселева О.В., Головчун М.А.
БҰЛТТЫҚ СЕРВИСТЕРДІҢ МОДЕЛДЕРІН ЗЕРТТЕУ 420
Яр-Мухамедова Г.Ш., Джаманбаева Г.Т., Бисембаев Б.Ж.
ПЕРОВСКИТ НЕГІЗІНДЕГІ КҮН ЭЛЕМЕНТТЕРІ: МАТЕРИАЛДАРЫ, ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ БОЛАШАҚТАҒЫ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ 423
Ногайбаева А.С., Самойлов К.И.
ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҒИМАРАТТАР МЕН ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ СПЕЦИФИКАСЫ 427
Смайлов Н.К., Ахметов Е.Н., Адыбаев Ж.Б.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА АППАРАТТЫҚ БАЗАҒА ТАЛАП ЕТІЛЕТІН СЕНІМ ДЕҢГЕЙДЕ БАЙЛАНЫС ЖАБДЫҚТАРДЫ ӘЗІРЛЕУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ 431
Кубеков Б.С., Магаметова А.К.
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ИНЖЕНЕРЛІК БІЛІМДЕРІНІҢ БІЛІМ САЛАСЫНЫҢ СЕМАНТИКАЛЫҚ КОНТЕКТІН ОТНОЛОГИЯЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕУ 436
Толегенова А.С., Соболева Л.А, Смайлов Н.К., Амантаев Т.Б.
SMART AGRO " IOT ПЛАТФОРМАСЫН ҚҰРУ ҚҰРЫЛЫМЫ» 440
Бобров Л. К., Утепбергенов И. Т., Сагындыкова М. С., Надралиев А. Г.
ИНЖИНЕРЛІК БІЛІМ БЕРУДЕ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТКЕ АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАР 445
Сакипов А.К., Ефимова Ю.В., Утегулов А.Б., Кошкин И.В.
БАҒАЛАУДЫҢ ТАҚ МОДЕЛІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ТЕСТІЛЕУ МЕН ОҚЫТУДЫҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ-АППАРАТТЫҚ КЕШЕНІ 452

Блинаева Е., Попова Г., Смаилов С, Яковлев В., Яанус Я.
ШИКІ МҰНАЙДЫҢ ТҰТҚЫРЛЫҒЫН ТӨМЕНДЕТУГЕ ИНФРАДЫБЫСТЫҚ ӘСЕРДІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ……. 458
Әбдіразах А.М., Куандыкова Д.Р.
ОҚЫТУДЫ ЖӘНЕ НЫҒАЮ АРҚЫЛЫ МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ОЙЫН МЫСАЛЫНДА САЛЫСТЫРУ..... 465
Алдияров А., Акылбаева А., Соколов Д., Стржмечный Ю., Молдыбаев Д.
СТАНДАРТТАРЫН ЕНГІЗУ ИСО 5725 ҮШІН БАҒАЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІНІҢ ДӘЛДІГІН ӨЛШЕУ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЗЕРТХАНАЛАРЫ 471
Аман Ж. А., Асембаева М. Қ.
КОТТЕДЖ ҚАЛАШЫҒЫН ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ..... 474
Адилжанова С.А., Бердыгулова А.Д., Тойганбаева Н.А., Мекебай Н.А.
ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІҢ ҚАЗІРГІ ТЕОРИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 479
Шәріпова Б.Д., Иманбаев Қ.С., Утеуова Н.Ж., Баймұханова А.
ЖҮКТІ ТИІМДІ ТАСЫМАЛДАУДЫҢ ОҢТАЙЛАНДЫРЫЛҒАН МОДЕЛЬДЕРІ..... 483
Досмаилова Г.М., Қатаев Н.С.
СЕРВЕРЛІК БРАУЗЕР ҚОСЫМШАЛАР ҚҰРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ АРХИТЕКТУРАСЫ..... 489
Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Избаирова А.С., Мусабаев Б.К., Сайдинбаева Н.Д.
ТЕРМИНАЛДА АВТОКӨЛІК ЖҰМЫСЫН ЖЕДЕЛ БАСҚАРУ ҮШІН ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ..... 495
Толегенова А.С., Соболева Л.АСмайлов, Н.К., Амантаев Т.Б.
ҒАРЫШТА ҚОЛДАНУ ҮШІН ИКЕМДІ ҚАТТЫ ҚУАТТЫ КҮШЕЙТКІШТЕР..... 500
Рахимбаев Р.М., Дузбаев Н.Т., Маматова Г.У., Бекаулов Н.М.
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ КЕЙБІР ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕР……. 505
Рахымгожина А, Набиева А., Атабаева С.Д., Кенжебаева С.С., Усенбеков Б.Н.
КҮРІШТІҢ ӨСКІНДЕРІНІҢ (ORYZA SATIVA L.) МИНЕРАЛДЫ ЭЛЕМЕНТТЕР ҚҰРАМЫНА КАДМИЙ ЙОНДАРЫНЫҢ ӘСЕРІ..... 509
Калижанова А.У., Кисала П., Амиргалиева С.Н., Козбакова А.Х., Едилхан Д., Айткулов Ж.С.
КӨЛБЕУ ТАЛШЫҚТЫ БРЭГ ТОРЫНЫҢ ЖАҢА ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ҚҰРУ..... 516
Ахметов С.С., Lakhno V., Набиева Г.С.
КИБЕРҚАУІПСІЗДІК ЖҮЙЕЛЕРІН ОРНАЛАСТЫРУ БОЙЫНША ОҢТАЙЛАНДЫРЫЛҒАН ЕСЕПТЕРДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ӘДІСТЕР МЕН МОДЕЛЬДЕР..... 532
Жалғасбай А.Ж., Унаспеков Б.А.
ТУРБОТАНТЕЛЫ АГРЕГАТТАРДЫН КОМЕГЫМЕН ГАЗ ТАРАТУ СТАНЦИЯЛЫРДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫН ОНДІРУ МӘСЕЛЕСЫН ТАЛҒЫЛАУ..... 542
Салимханова А.С., Макашев Е.П., Саметова А. А.
ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЕКТ ЖӘНЕ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕР НЕГІЗІНДЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРДЫ БОЛЖАУ..... 546
Қойшиев Т.Қ., Жұматова А.А., Есмұхан Б.
КЕНТАУ ТРАНСФОРМАТОР ЗАУЫТЫНЫҢ СЫРТҚЫ ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН PV-ФОТОЭЛЕКТРЛІК СТАНСАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СӘУЛЕТІН ДАЙЫНДАУ..... 551
Смайлов Н. Қ., Көшкінбаев С. Ж. Адыбаев Ж.Б., Көшкінбаева М.Ж.
ОПТИКАЛЫҚ КҮШТІК ТРАНСФОРМАТОРЛАР МЕН ТОК ПЕН КЕРНЕУДІҢ ОПТИКАЛЫҚ ТРАНСФОРМАТОРЛАРЫНЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МҮМКІНДІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 556
Жамалов А.А., Жұман А.И.
БИРОТОРЛЫ ГИДРОГЕНЕРАТОРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУДІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ..... 561
Адамбаев М.Д, Джулаева Ж.Т, Бижанова А.С, Калабаева А.Е
КҮРДЕЛІ ОБЪЕКТІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СҰЛБАСЫН ОНЫҢ ОПЕРАТОРЛЫҚ ӨРНЕГІ БОЙЫНША ҚҰРАСТЫРУ ӘДІСІ ЖӘНЕ ОНЫ ҚОЛДАНУ..... 567
Жусупова И.М.
ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНЫҢ ӨНЕРКӘСІПТІК АЙМАҒЫНДА МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ДАМЫТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ..... 576

Мукушев А.Б, Мукушев Б.А., Омарова Н.М., Нурбакова Г.С., Қожахмет Б.Қ.
ДИССИПАТИВТІ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ СТОХАСТИКАЛЫҚ
ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ САНДЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ЗЕРТТЕУ..... 582
Мукушев А.Б, Мукушев Б.А., Прмантаева Б., Нурбакова Г.С., Рустембаева С.Б.
ҚАРЖЫ ПИРАМИДАСЫНЫҢ ІС-ӘРЕКЕТІН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕР
КОМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ..... 586
Джумамухамбетов Д., Казыбеков А.М., Мұсатай С.С.
"ARDUINO" ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ФИЗИКА САБАҚТАРЫНДА ҚОЛДАНУ..... 592
Қалыбай А.А.
ЛЕБЕГ КЕҢІСТІКТЕР АРАСЫНДАҒЫ ВОЛЬТЕРРА ТҮРІНІҢ ИНТЕГРАЛДЫ
ОПЕРАТОРЛАРЫНЫҢ ШЕКТЕУЛІК АЛЬТЕРНАТИВТІ КРИТЕРИЙЛЕРІ..... 598
Қалимолдаев М.Н., Абдилдаева А.А., Ахметжанов М.А.
КҮРДЕЛІ ЭЛЕКТР-ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ «ҮЛКЕНДІ»
ОРНЫҚТЫЛЫҚТЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 603
Турешбаев А.Т., Омарова У.Ш., Баймуратов О.А.
ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯЛАНҒАН ФОТОСУРЕТ-ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ-ҮШ АҒЗАЛЫҚ
ПРОБЛЕМА КЕЗІНДЕГІ ПЕРИОДИКАЛЫҚ ШЕШІМДЕРДІҢ БАР ЕКЕНДІГІ ТУРАЛЫ..... 611
Сакенова Р.Е., Ердыбаева Н.К., Погребняк О.Д., Кылышканов М.К.,
(CrN/ZrN)/(Cr/Zr) НЕГІЗІНДЕГІ КӨП ҚАБАТТЫ ЖАБЫННЫҢ
МИКРОҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫ..... 615
Қойлышов Ұ.Қ., Бейсенбаева К.А.
АЗҒЫНДАЛҒАН ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ТЕҢДЕУ ҮШІН ШЕКАРАСЫ
ҚОЗҒАЛМАЛЫ ОБЛЫСТА БІР ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ ШЕШІМІ..... 623
Оразбаев Б.Б., Женисбекулы Ж., Оразбаева К.Н., Капышева С.К., Шагаева А.Б.
АЙҚЫН ЕМЕС ОРТАДА МҰНАЙҚҰБЫРЛАРЫМЕН МҰНАЙ АЙДАУ
ПРОЦЕССТЕРІН КӨПКРИТЕРИЙЛІ ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ЕСЕПТЕРІ ЖӘНЕ
ОЛАРДЫ ШЕШУДІҢ ЭВРИСТИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ..... 627
Қалбаева А.Т., Құрақбаева С.Ж., Қалбаева А.Т., Ельбергенова Ғ.Ж., Абдрахманова Г.М.
ЕРКІН ШЕКАРАЛАРМЕН ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ..... 634
Оразалиева С., Якубова М.
КӨЛБЕУ ТАЛШЫҚТЫ ОПТИКАЛЫҚ БРЭГ ТОРЫН (TFBG) ҚОЛДАНУ
АРҚЫЛЫ ТЕМПЕРАТУРАНЫ ӨЛШЕУ..... 640
Хайруллин Е.М., Ажибекова А.С., Тулешева Г.А.
ЖЫЛУ ЖӘНЕ МАССА АЛМАСУДЫҢ ИНТЕГРАЛДЫ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ
ТЕҢДЕУІНІҢ БІР ШЕТТІК ЕСЕБІ..... 644
Ысмағұл Р.С. , Хамитбеков Ж.Р., Кәрім А.О.
ГИЛЬБЕРТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ШЕНЕЛГЕН ОПЕРАТОРЛАР..... 650
Байгереев Д.Р., Апышев О.Д., Аменова Ф.С., Ергалиев Е.К., Муратова Т.К.
ЕКІ ФАЗАЛЫ МОДЕЛЬДІК ФИЛЬТРАЦИЯ ЕСЕБІ ҮШІН ҚҰРЫЛҒАН АҚЫРЛЫ
АЙЫРЫМДЫҚ СҰЛБАНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ 657
Рамазанов М.Д., Туткушева Ж.С.
БІРНЕШЕ АЙНЫМАЛЫЛАРЫ БАР КЕЗ-КЕЛГЕН ТЕГІС ФУНКЦИЯНЫҢ
ГЛОБАЛЬДЫ МИНИМУМЫНЫҢ КООРДИНАТАЛАРЫН ЕСЕПТЕУ..... 662
Абдилдаева А.А., Жукабаева Т.К., Ахметжанов М.А.
ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ БАСҚАРУ ҮШІН
МУЛЬТИАГЕНТТІК ЖҮЙЕНІ МОДЕЛЬДЕУ…….. 667
Абылаева М., Сейлбеков Б.Н.
$p > q$ ҮШІН БӨЛШЕК РЕТТІ ОПЕРАТОРЫНЫҢ САЛМАҚТЫҚ ТЕҢСІЗДІГІ 673
Боранбаев С.Н., Боранбаев А.С., Яценко Ю.П., Хритоненко Н.В., Тулебаев Е.Б.
ҚОЛДАНЫСТАҒЫ КОАЛИЦИЯЛАР АРАСЫНДА ОҢТАЙЛЫ ТАҢДАУ
ЖАСАЙ ОТЫРЫП, СЫРТҚЫ ЖЕЛІЛІК РЕСУРСТАРҒА ЖАБДЫҚТЫ
ҰТЫМДЫ АЛМАСУДЫҢ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН АЛГОРИТМДЕРІН ӨЗГЕРТУ..... 679
Усманов Қ.И., Назарова К.Ж., Жаппар А.С.
ИМПУЛЬСТЫ ШЕТТІК ШАРТТЫ ПАРАМЕТРЛІ ИНТЕГРАЛДЫҚ–ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ
ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІН ПАРАМЕТРЛЕУ ӘДІСІМЕН ШЕШУ..... 683
Касенова Т.К., Цыба П.Ю., Разина О.В.
ОН ШЫҢДЫ МОДЕЛЬДІҢ ДЖОНС ПОЛИНОМЫМЕН БАЙЛАНЫСЫН ЗЕРТТЕУ..... 689

Бөлегенова С.А., Манатбаев Р.К., Байжұма Ж., Chankyu Son
ДАРЬЕ ЖЕЛ ТУРБИНАСЫНЫҢ ҚАНАТШАЛАРЫНДА МҰЗ ҚАТУЫН ЖОБАЛАУ..... 695

Химия-металлургия ғылымдары

Баймолданова Л.С., Погребняк О.Д., Конг Ч., Уазырханова Г.К.
АЛТЫН ИОНДАРЫНЫҢ ИМПЛАНТАЦИЯСЫ МЕН ФАЗААРАЛЫҚ ШЕКАРАЛАРДЫҢ (TIALSIY)N/CRN НАНОҚАБАТТЫ ЖАБЫНДАРДЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫНА, ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІ ЖӘНЕ МЕХАНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ..... 704
Балбекова Б.К., Серикова А.А.
ЛЕГИРЛЕНГЕН ЭЛЕМЕНТТЕР МЕН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУДІҢ ҚАЗАНДЫҚ БОЛАТТАРЫНЫҢ СОЗЫЛМАЛЫ ЖӘНЕ ҰЗАҚ МЕРЗІМДІ БЕРІКТІГІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 711
Дузелбаева С.Д., Касенова Б.А., Ахатова З.С., Конуспаев С.Р.
НЕГІЗДІК ОРТАДАҒЫ ЖҮН ШАЙЫРЫ ГИДРОЛИЗІНІҢ ОҢТАЙЛЫ ШАРТТАРЫН ЗЕРТТЕУ..... 716
Қойжанова А.Қ., Камалов Э.М., Атанова О.В., Ерденова М.Б., Магомедов Д.Р.
АЛТЫН ӨНДІРЕТІН ФЛОТАЦИЯЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДАН АЛТЫН АЛУДЫҢ ЦИАНИДСІЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ТУРАЛЫ..... 720
Оразжанова Л.К., Касымова Ж.С., Мұсабаева Б.Х., Кливенко А.Н., Жұмабекова М.
ИНТЕРПОЛИМЕР ЗЕРТТЕУ КЕШЕНІН ХИТОСАН – ПОЛИАКРИЛ ҚЫШҚЫЛЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТИІМДІЛІГІ КЕЗІНДЕГІ СУ ЭРОЗИЯСЫ 727
Исембергенов Н.Т., Сағындыкова А.Ж., Сарсенова А.А., Джобалаева Г.С.
ТРАНЗИСТОРЛЫҚ ЖИІЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШТІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ МЕТАЛДЫ ИНДУКЦИЯЛЫҚ ҚЫЗДЫРУ..... 733
Сатаева С.С., Имангалиева А.У., Назарова Д.С.
КҮКІРТТІ ЦЕМЕНТ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ..... 737
Сейтханов Н.А., Бестереков У.
АММОНИЙ СЕЛИТРАСЫ МЕН ФОСФОРИТ ҰНЫ НЕГІЗІНДЕ NP ТЫҢАЙТҚЫШЫН АЛУ НӘТИЖЕЛЕРІ..... 742

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Досхожаев А.С., Унаспеков Б.А., Войтов Е.Л., Солобович Ю.Л.
ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ
ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ДЛЯ КРУПНЫХ МЕГАПОЛИСОВ КАЗАХСТАНА И РОССИИ…….. 3
Ошанова Г.А., Шимшиков Б.Е.
ОБЗОР НАУЧНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ..... 6
Муканова Г.А., Ахтаева Н.З., АмангазиеваУ.Т., Зубова О.А., Айтуганов Е. Н.
ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО
ПОКРОВА В ЗОНЕ ДОБЫЧИ ХРОМОВОЙ РУДЫ..... 10
Кожабекова З.Е., Бакирбаева П.А., Екейбаева Д.П.
АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ……. 16
Калымбетов Г., Кедельбаев Б., Лаханова К., Изтлеуов Г., Балхибеков Р.
ИЗУЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО
ГИДРОЛИТИЧЕСКОГО ГИДРОЛИЗА И ГИДРИРОВАНИЯ СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ..... 22
Ахметжанова Г.А.
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ
ПРОЦЕССОВ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЗАХСТАНА…… 26
Базарбаева Т.А., Урымбаева А.А., Муканова Г.А., Нуртилеуова С.Р., Алькеев М.А., Жантеева Г.Е.
ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ГЕОСИСТЕМ БАССЕЙНА РЕКИ АКСУ..... 31
Бодесова А.Е., Ахметов Б.С.
КРИТЕРИЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ ОПРЕДЕЛИТЬ НАЧАЛО РАЗРУШЕНИЯ
ГРУНТА НАКЛОННО- СЛОИСТОГО АНИЗОТРОПНОГО СТРОЕНИЯ…… 36
Мусагалиева А.Н., Асипова Ж.М., Жақыпбек А.М.
АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ
АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ……. 39
Рысбаева Г., Абилдаева Р., Балхибеков Р., Бакытжанова А., Колесников А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА
РАСПРОСТРАНЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ..... 46
Абилдаева Р., Рысбаева Г., Исаев А., Нуртлеуова С., Колесников А.
ПРИМЕНЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В БОРЬБЕ С
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ... 51
Абилдаева Р., Айткул Ж., Рысбаева Г., Нуртлеуова С., Колесников А.
ЭНТОМОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ В ПОПУЛЯЦИЯХ ЖУКОВ-КОРОЕДОВ
В ЗАПОВЕДНИК АКСУ-ДЖАБАГАЛЫ..... 56
Айдосов А, Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т., Кунаева Г.
Исламбердиев Ж.А, ., Шиланбаев Б.А.
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НЕФТЕГАЗОВЫХ И ДРУГИХ ПРОМЫШДЕННЫХ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ
ПРИНЦИПОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА……. 59
Айдосов А.А., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т.
МОДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ
РЕГИОНОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ……. 67
Тлеуова Ж.Т., Мухамеджанов М.А.
ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮЖНОГО
КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ…….. 74
Даулетбаева М.М., Зубова О.А., Джамилова С.М., Абдрахимова А.О.
ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭНДОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ В ПОЧВЕ…….. 81
Жусупова И.М.
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ И ФОСФОРСОДЕРЖАЩИМИ
ВЕЩЕСТВАМИ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ…… 85
Сатбаева Г.С., Тлеуберлина О.Б.
ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ..... 89
Чепашев Д. В.
КАРТИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗОН ПРОСАЧИВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НА
ТЕРРИТОРИИ ЮЖНО-ТУРГАЙСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА С ПОМОЩЬЮ
СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ LANDSAT-8 OLI…….. 94

Технические науки

Адилжанова С.А., Тюлепердинова Г.А., Ғазиз Г., Сақыпбекова М.Ж.
АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ…… 102
Юсупова Д.А., Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.
МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ…….. 106
Жапбасбаев У.К., Солтанбекова К.А.
ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕЛОЧНО-ПАВ-ПОЛИМЕРНОГО (ASP) ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ…… 111
Байкенжеева А.С., Имангалиева А.К.
ОСНОВНОЙ ПРОЦЕСС ВЕДЕНИЯ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА..... 116
Адамбаев М.Д., Сарыбаева Ж. М., Калабаева А.Е.
МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ С *S*-ОБРАЗНОЙ КРИВОЙ РАЗГОНА…….. 119
Кибиров Б. С., Мусапирова Г. Д.
РАЗРАБОТКА АНГЛОЯЗЫЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА «INBETWEEN»…….. 124
Досхожаев А.С., Унаспеков Б.А., Войтов Е.Л., Солобович Ю.Л.
БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В КАЗАХСТАНЕ И РОССИИ…… 130
Туларова М.К., Модин И.Н., Миргаликызы Т.
2D ИНВЕРСИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИЕЙ В ГОРОДИЩЕ «ОПАКОВ» КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 133
Жексебай Д.М., Хохлов С.А., Асилхан А.Д., Хохлов А.А.
Классификация молекулярных облаков и образования звезд с помощью машинного обучения (machine learning)…… 142
Алипбекова Ж.К., Сырманова К.К., Хамидов Б.Н., Сакибаева С.А., Калдыбекова Ж.Б.
УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ В БИТУМНОМ ВЯЖУЩЕМ…….. 149
Тажен А.Б., Thilo A., Jacoby J., Досболаев М.К., Рамазанов Т.С.
СПЕКТРАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ИМПУЛЬСНОГО ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА МЕТОДОМ ШТАРКОВСКОГО УШИРЕНИЯ ЛИНИИ H_β ……... 153
Агишев А.Т., Тілеуқұлова А.Қ., Ермекбаев Б., Жунус А.Ж., Ален А.Ж.
ИНФОРМАЦИОННЫЙ-ЭНТРОПИЙНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В СПЕКТРЕ ЗВЕЗД С ГАЗОПЫЛЕВЫМИ ОБОЛОЧКАМИ..... 158
Кудайкулов А., Калимолдаев М., Ташев А., Бегалиева К., Аршидинова М.
АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМО-МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТЕРЖНЯ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ НАЛИЧИИ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ…… 163
Саметова А. А., Мазаков Т. Ж., Салимханова А.С.
МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ И СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ…… 175
Турманова К.Н., Жакыпов А.С., Толепов Ж.К., Овсянников С.В., Капанов А.С.
ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ СЕРЕБРА И РАЗМЕРНОГО ЭФФЕКТА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК $Ge_2Sb_2Te_5$<Ag>…… 179
Расул Д.К. , Касимов А.О.
ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ И СЕТЧАТЫХ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕНСОРНОГО ЭКРАНА..... 184
Абдиев Б., Карымсакова Н., Сатыбалдина Д.
ВОЗМОЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ SANDBOX-СИСТЕМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ТАРГЕТИРОВАННЫХ АТАК…… 189
Иманбаев К.С., Шарипова Б.Д., Джанузаков С.Д., Джанузаков А.С.
АЛГЕБРАИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ…….. 198
Табылов А.У., Булекбаева Г.Ж.
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ МОРСКИХ ПОРТОВ ПУТЕМ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПРИЧАЛОВ И СКЛАДОВ МОРСКИХ ПОРТОВ…… 204
Мейрбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Жигитбекова А.Д., Болысбек А.А.
НАКОПЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПОЛИГОНАХ РК И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ..... 211
Тюлепердинова Г.А., Адилжанова С.А., Газиз Г.Г., Тойғанбаева Н.А., Сақыпбекова М.С.
ОЦЕНКА УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЩЕСТВЕ..... 215

Жаркевич О.М., Жунуспеков Д.С., Мукашев Р.Р.
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ГИДРОСТОЙКИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ..... 220
Калижанова А.У., Кисала П., Козбакова А.Х., Едилхан Д., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛНОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕРРОГАЦИИ..... 224
Дон И.А.,. Унаспеков Б.А
ОСОБЕННОСТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ НА ПРИМЕРЕ ЗАВОДА ПО ПРОИЗВОДСТВУ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОФИЛЕЙ HOFFMAN…… 233
Унаспеков Б.А., Дон И.А.
АНАЛИЗ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ И СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ……... 236
Зернов Д.Ю., Кангужина К.М., Семененко С.П., Глывяк А.Я., Касенова А.И.
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ТРЁХМЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА……. 239
Алтаев Д.Р., Бубликов В.О.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ОБЛАЧНОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ НА БАЗЕ KUBERNETES…… 243
Бубликов В.О., Алтаев Д.Р.
ВЫДЕЛЕНИЕ МИКРОСЕРВИСА ИЗ МОНОЛИТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАСШТАБИРОВАНИЯ……. 247
Асқарұлы А., Әлібековой А. Қ., Мурадова А. Д.
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ДЕФОРМАЦИЮ ПОЛИИМИДНЫХ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ПЛЕНОК……. 253
Толеуова А., Жаркевич О., Мусин Е.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА СТАЛИ…… 258
Мусабаев Б. К., Урсарова А.К., Жатканбаева Э.А. Сарбаев С.Ш.
РАЗВИТИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ЕВРАЗИЙСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ…… 263
Суюндыкова Г.С., Кенжегулов А.К., Оспанали А.Т., Медянова Б.С., Партизан Г., Алиев Б.А.
СЭМ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР SiC ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ…….. 268
Бектібай Б. Ж., Жуман Г.Б., Жексен У.Ж
ВНЕДРЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА В ПРЕДПРИЯТИЯХ С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ СРЕДСТВ..... 273
Глущенко Т.И., Бедыч Т.В., Федорова М.Л.
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ…… 278
Жамалов Е.К., Жуматова А.А., Сарсенбаев Е.А., Минажова С.А.
МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ..... 283
Баталова М.С., Алпысбаева Б.Е., Коробова Н.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОВОЛОКОН ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРОЛИТА ПРИ АНОДИРОВАНИИ…….. 287
Оразалиева С.
РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ПРИМЕНЕНИЕМ TFBG…….. 291
Дәуітбай Ш. К. Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО МИКРОКЛИМАТНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ТЕПЛИЦЕ..... 295
Кәдір М.Ф., Алпысбаева Б.Е., Смирнов В.Ю.
МНОГОЭТАПНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ НАНОПОРИСТОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ…….. 301
Рахматуллина Р.Ф., Касимов А.О.
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ: LI-FI……. 305
Головчун М.А., Киселева О.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ARDUINO В СИСТЕМАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА……. 309
Ахметов Д.Р.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ…….. 313
Кабылбекова К.Ш., Нурмуханова А.З.
АНАЛИЗ ПОЛУЧЕНИЯ СЕРТИФИКАТА НА ЦИФРОВУЮ ФЛЮОРОГРАФИЮ ОБСЛЕДОВАНИЯ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ..... 320
Мейрамбекұлы Н., Темирбаев А.А., Карибаев Б.А., Намазбаев Т.А.
S-ДИАПАЗОННАЯ ПАТЧ АНТЕННА НА БАЗЕ АНИЗОТРОПНОГО ФРАКТАЛА ДЛЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ…….. 324
Муталиев А., Самойлов К.И., Ходжиков А.В.
ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ…….. 330

Серикбаева М.Н., Балакаева Г.Т.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА DATA MINING…….. 337
Саримова Б. Т., Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.
ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПО ТРАНСФОРМАЦИИ ГИЛЬБЕРТА-ХУАНГА..... 341
Жусипова О., Сайлаубек Т., Рахымбаев С., Айткожаев А.З., Баймаханов Г.А.
РАЗВИТИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ ИСО..... 346
Бектурсунова А. К., Ботабаев Н. Е., Тоғатаев Т. У., Еркебай Ғ.Н.
МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИМЕЮЩИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА..... 350
Тұрсынбай Ғ.Б., Нурмуханова А.З.
РАЗРАБОТКА ПЛАНА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ…….. 355
Утепбергенов И.Т., Шерстобоев М.А.
АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОТИРОВОК ВАЛЮТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ…….. 359
Шокай У., Кожагулов О., Аскарбеков Э.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМАПРОДУКТА ИЗ СПИРТОВОЙ БАРДЫ……... 364
Абыканова Б.Т., Сариева А.К., Кабиден К.Б., Мурынов Б.А.
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ..... 370
Джумамухамбетов Д.Г., Садықова Н.Ғ., Сариева А.К.
ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОЧАСТИЦ..... 375
Сарбаев С.Ш., Айкумбеков М.Н., Абибуллаев С.Ш., Нуржаубаев М.М., Токтамысов Б.А.
ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ В ОБЩЕТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ИГР……. 380
Мусабаев Б.К., Камзина А.Д., Нуржаубаев М.М., Абибуллаев С.Ш., Токтамысов Б.А.
УСТАНОВКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ЦЕНТРА ИНФОРМАЦИОННОГО СЕРВИСА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ОПЕРАЦИИ…… 386
Жоранова Н.Ж, Боранкулова Г.С.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ……. 392
Заманбекова А.Ж., Унаспеков Б.А.
ГОРЕНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА..... 399
Беккожина Б.К., Демьяненко А.В., Кошеков К.Т., Айтулина А.М.
ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ..... 44
Назарова К. Ж., Усманов К. Ы., Еркишева Ж.С.
ОДНОЗНАЧНАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ ОДНОГО ЧАСТНОГО СЛУЧАЯ СИСТЕМЫ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ИМПУЛЬСНЫМИ КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ..... 408
Нуранбаева Б.М., Ахмеджанов Т.К., Омарова М.О., Қызылғұл А.
АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ МЕТОДОВ НЕФТЕОТДАЧИ…… 414
Бейсек Л.Б., Киселева О.В., Головчун М.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА……. 420
Яр-Мухамедова Г.Ш., Джаманбаева Г.Т., Бисембаев Б.Ж.
СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТА: МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НА БУДУЩЕЕ…….. 423
Ногайбаева А.С., Самойлов К.И.
СПЕЦИФИКА МОБИЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ…….. 427
Смайлов Н.К., Ахметов Е.Н., Адыбаев Ж.Б.
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН ОБОРУДОВАНИЯ СВЯЗИ С ТРЕБУЕМЫМ УРОВНЕМ ДОВЕРИЯ К АППАРАТНОЙ БАЗЕ…… 431
Кубеков Б.С., Магаметова А.К.
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО КОНТЕКСТА ОБЛАСТЕЙ ЗНАНИЙ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ…….. 436
Толегенова А.С., Соболева Л.А., Н.К. Смайлов, Амантаев Т.Б.
СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЯ ПЛАТФОРМЫ IOT «SMART AGRO»…… 440
*Бобров Л.К., Утепбергенов И.Т., Сагындыкова М.С., Надралиев А.Г.*ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ…….. 445

Сакипов А.К., Ефимова Ю.В., Утегулов А.Б., Кошкин И.В.
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕСТИРОВАНИЯ И ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ…… 452
Блинаева Е., Попова Г., Смаилова С., Яковлев В., Яанус Я.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНФРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СНИЖЕНИЕ ВЯЗКОСТИ СЫРОЙ НЕФТИ…… 458
Әбдіразах А.М., Куандыкова Д.Р.
СРАВНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПУТЕМ ИМИТАЦИИ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОДКРЕПЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ИГРЫ…… 465
Алдияров А., Акылбаева А., Соколов Д., Стржмечный Ю., Молдыбаев Д.
ВНЕДРЕНИЕ СТАНДАРТОВ ИСО 5725 ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН..... 471
Аман Ж. А., Асембаева М. Қ.
ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ КОТТЕДЖНОГО ГОРОДКА..... 474
Адилжанова С.А., Бердыгулова А.Д., Тойганбаева Н.А., Мекебай Н.А.
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА…… 479
Шарипова Б.Д., Иманбаев К.С., Утеуова Н.Ж., Баймуханова А.
ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ..... 483
Досмаилова Г.М., Қатаев Н.С.
АРХИТЕКТУРА РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ СЕРВЕРНОГО БРАУЗЕР ПРИЛОЖЕНИЯ... 489
Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Избаирова А.С., Мусабаев Б.К., Сайдинбаева Н.Д.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ АВТОТРАНСПОРТА НА ТЕРМИНАЛЕ…….. 495
Толегенова А.С., Соболева Л.А., Смайлов Н.К., Амантаев Т.Б.
ГИБКИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОСМОСЕ……. 500
Рахимбаев Р.М., Дузбаев Н.Т., Маматова Г.У., Бекаулов Н.М.
НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ…… 505
Рахымгожина А, Набиева А., Атабаева С.Д., Кенжебаева С.С., Усенбеков Б.Н.
ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КАДМИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ У ПРОРОСТКОВ РИСА (ORYZA SATIVA L.)…….. 509
Калижанова А.У., Кисала П., Амиргалиева С.Н., Козбакова А.Х., Едилхан Д., Айткулов Ж.С.
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ СТРУКТУР НАКЛОННОЙ ВОЛОКОННОЙ РЕШЕТКИ БРЭГГА И ИХ СВОЙСТВА……. 516
Ахметов С.С., Lakhno V., Набиева Г.С.
МЕТОДЫ И МОДЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧАХ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ СИСТЕМ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ……. 532
Жалғасбай А.Ж., Унаспеков Б.А.
ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСА ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ АГРЕГАТОВ…….. 542
Салимханова А.С., Макашев Е.П., Саметова А. А.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА…… 546
Қойшиев Т.Қ., Жұматова А.А., Есмұхан Б.
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ PV- ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ КЕНТАУСКОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО ЗАВОДА 551
Смайлов Н.К., Көшкінбаев С.Ж.., Көшкінбаева М.Ж., Адыбаев Ж.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИЧЕСКИХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ, ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ…… 556
Жамалов А.А., Жуман А.И.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ БИРОТОРНОГО ГИДРОГЕНЕРАТОРА……. 561
Адамбаев М.Д, Джулаева Ж.Т, Бижанова А.С, Калабаева А.Е
МЕТОД СОСТАВЛЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СЛОЖНОГО ОБЪЕКТА ПО ЕГО ОПЕРАТОРНОМУ ВЫРАЖЕНИЮ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ…….. 567

Жусупова И. М.
ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ
КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 576

Физико-математические науки

Мукушев А.Б., Мукушев Б.А., Омарова Н.М., Нурбакова Г.С., Қожахмет Б.Қ.
ИССЛЕДОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ДИССИПАТИВНЫХ
ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ…… 582
Мукушев А.Б., Мукушев Б.А., Прмантаева Б., Нурбакова Г.С., Рустембаева С.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФИНАНСОВОЙ ПИРАМИДЫ
ПОСРЕДСТВОМ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ..... 586
Джумамухамбетов Д., Казыбеков А.М., Мусатай С.С
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ «ARDUINO» НА УРОКАХ ФИЗИКИ…….. 592
Калыбай А.А.
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ОГРАНИЧЕННОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ
ОПЕРАТОРОВ ВОЛЬТЕРРОВСКОГО ТИПА В ПРОСТРАНСТВАХ ЛЕБЕГА…… 598
Калимолдаев М.Н., Абдилдаева А.А., Ахметжанов М.А.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ «В БОЛЬШОМ»
СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ..... 603
Турешбаев А.Т., Омарова У.Ш., Баймуратов О.А.
О СУЩЕСТВОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В
ОБОБЩЁННОЙ ФОТОГРАВИТАЦИОННОЙ ОГРАНИЧЕННОЙ ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ…….. 611
Сакенова Р.Е., Ердыбаева Н.К., Погребняк,О.Д. Кылышканов М.К.,
МИКРОСТРУКТУРА И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ МНОГОСЛОЙНЫХ
ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ (CRN/ZRN)/(CR/ZR)…… 615
Койлышов У.К., Бейсенбаева К.А.
РЕШЕНИЕ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ УРАВНЕНИЯ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ОБЛАСТИ С ПОДВИЖНОЙ ГРАНИЦЕЙ……. 623
Оразбаев Б.Б., Женисбекулы Ж., Оразбаева К.Н., Капышева С.К., Шагаева А.Б.
ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ
ПО НЕФТЕПРОВОДАМ В НЕЧЕТКОЙ СРЕДЕ И ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИХ РЕШІ..... 627
Калбаева А.Т., Куракбаева С.Д., Калбаева А.Т., Ельбергенова Г.Ж., Абдрахманова Г.М.
ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СО СВОБОДНЫМИ ГРАНИЦАМИ…….. 634
Оразалиева С., Якубова М.
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ С ПОМОЩЬЮ НАКЛОННЫХ
ВОЛОКОННЫХ РЕШЁТОК БРЭГГА…….. 640
Хайруллин Е.М., Ажибекова А.С., Тулешева Г.А.
ОБ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО
УРАВНЕНИЯ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА…… 644
Ысмағұл Р.С., Хамитбеков Ж.Р. Кәрім А.О.
ОГРАНИЧЕННЫЕ ОПЕРАТОРЫ В ГИЛЬБЕРТОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ..... 650
Байгереев Д. Р., Апышев О. Д., Аменова Ф. С., Ергалиев Е. К., Муратова Т. К.
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ
МОДЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ…… 657
Рамазанов М.Д. Туткушева Ж.С.
ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ ГЛОБАЛЬНОГО МИНИМУМА ПРОИЗВОЛЬНОЙ
ГЛАДКОЙ ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ……. 662
Абдилдаева А.А., Жукабаева Т.К., Ахметжанов М.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ…….. 667
Абылаева А.М., Сейлбеков Б.Н.
ПРИ $p > q$ ВЕСОВЫЕ НЕРАВЕНСТВО ОПЕРАТОРА ДРОБНОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ..... 673
Боранбаев С.Н., Боранбаев А.С., Яценко Ю.П., Хритоненко Н.В., Тулебаев Е.Б.
МОДИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ОБМЕНА
ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ВНЕШНИХ СЕТЕВЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ
ВЫБОРЕ СРЕДИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОАЛИЦИЙ…….. 679
Усманов Қ.И., Назарова К.Ж., Жаппар А.С.
РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ИНТЕГРАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СОДЕРДАЩЕЕ ПАРАМЕТР В
УРАВНЕНИЙ С ИМПУЛЬСНЫМ КАЕВЫМ УСЛОВНИЕМ МЕТОДОМ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ…… 683

Касенова Т.К., Цыба П.Ю., Разина О.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ДЕСЯТИВЕРШИННОЙ МОДЕЛИ С ПОЛИНОМОМ ДЖОНСА……... 689
Бөлегенова С.А., Манатбаев Р.К., Байжұма Ж., Chankyu Son
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ЛОПАСТЕЙ ВЕТРЯНОЙ ТУРБИНЫ ДАРЬЕ..... 695

Химико-металлургические науки

Баймолданова Л.С., Погребняк О.Д., Конг Ч., Уазырханова Г.К.
ВЛИЯНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ ЗОЛОТА И МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦ НА МИКРОСТРУКТУРУ, ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ (TIALSIY)N/CRN..... 704
Балбекова Б.К., Серикова А.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОЛЗУЧЕСТЬ И ДЛИТЕЛЬНУЮ ПРОЧНОСТЬ КОТЛОВЫХ СТАЛЕЙ……. 711
Дузелбаева С.Д., Касенова Б.А., Ахатова З.С., Конуспаев С.Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ГИДРОЛИЗА ШЁРСТНОГО ЖИРА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ…… 716
Койжанова А.К., Камалов Э.М., Атанова О.В., Ерденова М.Б., Магомедов Д.Р.
К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ БЕЗЦИАНИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ ФЛОТАЦИИ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ…… 720
Оразжанова Л.К., Касымова Ж.С., Мусабаева Б.Х., Кливенко А.Н., Жумабекова М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА ХИТОЗАН – ПОЛИАКРИЛОВАЯ КИСЛОТА И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ……. 727
Исембергенов Н.Т., Сагындикова А.Ж., Сарсенова А.А., Джобалаева Г.С.
ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ МЕТАЛЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНЗИСТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ……. 733
Сатаева С.С., Имангалиева А.У., Назарова Д.С.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СЕРНОГО ЦЕМЕНТА..... 737
Сейтханов Н.А., Бестереков У.
РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛУЧЕНИЯ NP УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ И ФОСФОРИТНОЙ МУКИ……. 742

CONTENTS

Earth sciences

Doskhozhaev A., Unaspekov B., Voitov E., Solobovich Y.
RESEARCH OF SAFE DRINKING WATER TREATMENT
TECHNOLOGIES FOR LARGE MEGACITIES OF KAZAKHSTAN AND RUSSIA…….. 3
Oshanova G.A, Shymshikov B.E.
REVIEW OF SCIENTIFIC METHODS OF DEFINITION
DEGREE OF SALTED SOILS……. 6
Mukanova G.A., Akhtaeva N.Z., Amangazieva U.T., Zubova O.A., Aytuganov E.N.
CHARACTERIZATION AND ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE
SOIL COVER IN THE ZONE OF EXTRACTION OF CHROME ORE..... 10
Kozhabekova Z.E., Bakirbayeva P.A., Yekeibayeva D.P.
ANALYSIS OF KAZAKHSTAN'S TRANSPORT INDUSTRY IN MODERN CONDITIONS……. 16
Kalymbetov G., Kedelbayev B., Lakhanova K., Iztleuov G., Balkibekov R.
STUDY OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE PROCESS OF CHEMICAL HYDROLYTIC
HYDROLYSIS AND HYDROGENATION OF WHEAT STRAW..... 22
Akhmetzhanova G.A.
GEODYNAMIC MONITORING OF TECHNOGENIC DEFORMATION
PROCESSES IN OIL AND GAS DEPOSITS OF KAZAKHSTAN……. 26
Bazarbaeva T.A., Urymbayeva A.A., Mukanova, G.A. Nurtileuova S.R., Alkeev M.A., Zhanteeva G.E.
GEOLOGICAL-GEOMORPHOLOGICAL FACTORS FOR THE 31
FORMATION OF AKSU RIVER POOL GEOSYSTEMS……..
Bodessova A.E., Akhmetov B.S.
CRITERIA ALLOWING TO DETERMINE THE BEGINNING OF THE DESTRUCTION
OF THE SOIL OBLIQUELY LAYERED ANISOTROPIC STRUCTURE……. 36
Mussagaliyeva A., Assipova Z., Zhakypbek A.
EVALUATION OF INFLUENCE OF POLLUTANT EMISSIONS INTO
ATMOSPHERE IN THE ATYRAU REGION……. 39
Rysbayeva G., Abildayeva R., Balkibekov R., Bakytzhanova A., Kolesnikov A.
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PETROLEUM HYDROCARBONS ON
THE DISTRIBUTION OF HYDROCARBON OXIDIZING MICROORGANISMS..... 46
Abildayeva R., Rysbayeva G., Isayev A., Nurtleuova S., Kolesnikov A.
USE OF BIOTECHNOLOGY METHODS IN THE FIGHT AGAINST MICROBIAL
DISEASES OF FARM ANIMALS..... 51
Abildayeva R., Aitkul Zh., Rysbayeva G., Nurtleuova S., Kolesnikov A.
ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN BARK BEETLES POPULATIONS FROM AKSU-JABAGALY 56
Aydossov A., Bayamirova R.Y., Togasheva A.R., Zholbassarova A.T.. Kunayeva G.Y., Islamberdiev Zh.A.. Shilanbaev B.A.
CONSTRUCTION OF THE ENVIRONMENTAL SAFETY MODEL OIL AND GAS AND OTHER
INDUSTRIAL REGIONS BASED ON THE PRINCIPLES OF THE ECONOMIC
MECHANISM..... 59
Aydossov A., Bayamirova R.Y., Togasheva A.R., Zholbassarova A.T.
MODEL ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ATMOSPHERIC POLLUTION IN
INDUSTRIAL REGIONS ON HEALTH INDICATORS……. 67
Tleuova Zh.T., Mukhamedzhanov M.A.
EVALUATION OF CONDITIONS FORMATION OF GROUNDWATER RESOURCES IN THE
SOUTH KAZAKHSTAN ON CONDITIONS CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC CHANGES……. 74
Dauletbaeva M.M., Zubova O.A., Jamilova S.M., Abdrakhimova A.O.
FEATURES OF DISTRIBUTION OF ENDOMYCORRHIZAL FUNGI IN THE SOIL……. 81
Zhussupova I.M.
WATER POLLUTION WITH NITROGEN-CONTAINING AND
PHOSPHORUS-CONTAINING SUBSTANCES IN THE KYZYLORDA REGION……. 85
Satbayeva G.S., Tleuberlina O.O.
EVALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS…… 89
Chepashev D. V.
MAPPING OF POTENTIAL HYDROCARBON MICRSEEPAGE INDUCED ZONES IN THE SOUTH
TURGAY BASIN USING LANDSAT-8 OLI SATELLITE IMAGES……. 94

Technical Sciences

Adilzhanova S., Tyulepberdinova G., Gaziz G., Sakypbekova M.
ANALYSIS OF MATHEMATICAL METHODS FOR DYNAMIC MANAGEMENT OF CYBERSECURITY RESOURCES OF INFORMATIZATION OBJECTS..... 102
Yussupova D. A., Alimbayev Ch. A., Alimbayeva Zh. N., Bayanbay N. A., Ozhikenov K. A.
SURFACE ELECTROMYOGRAPHY SIGNAL PROCESSING TECHNIQUES……... 106
Zhapbasbayev U.K., Soltanbekova K.A.
APPLICATION OF ALKALINE-SURFACTANT-POLYMER (ASP) FLOODING FOR HIGH-VISCOUS OIL…… 111
Baykenzheeva A., Imangalieva A.
THE MAIN PROCESS OF RECORD KEEPING IN THE INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM… 116
Adambayev M., Sarybayeva Zh., Kalabaveva A.
METHOD FOR IDENTIFYING AN INDUSTRIAL CONTROL OBJECT WITH AN S-SHAPED ACCELERATION CURVE…….. 119
Kibirov B. S., Mussapirova G. D.
DEVELOPMENT OF ENGLISH PLATFORM FOR THE KAZAKH LANGUAGE LEARNING «INBETWEEN»……. 124
Doskhozhaev A. S., Unaspekov B. A., Voitov E. L., Solobovich Y. L.
SAFE TECHNOLOGIES FOR DRINKING WATER TREATMENT IN KAZAKHSTAN AND RUSSIA… 130
M.K. Turarova, Modin I.N., Mirgalikyzy T.
2D INVERSION AND INTERPRETATION OF THE ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY RESEARCH DATA IN THE «OPAKOV» SETTLEMENT OF THE KALUGA REGION…… 133
Zhexebay D.M., Khokhlov S.A., Asilkhan A.D., Khokhlov A.A.
CLASSIFICATION OF MOLECULAR CLOUDS AND STAR FORMATION USING MACHINE LEARNING..... 142
Alipbekova Zh. K., Syrmanova K K, Hamidov B.N., Sakibaeyva S.A. Kaldybekova Zh. B.
IMPROVING THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF RUBBER CRUMB IN BITUMINOUS BINDER…….. 149
Tazhen A.B., Thilo A., Jacoby J., Dosbolayev M.K., Ramazanov T.S.
SPECTRAL DIAGNOSTICS OF A PULSED PLASMA FLOW BY THE METHOD OF STARK BROADENING OF H_β LINE..... 153
Agishev A.T., Tileukulova A.K., Ermekbayev B., Zhunus A.Zh., Alen A.Zh.
INFORMATION-ENTROPY ANALYSIS OF SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION OF STARS WITH GAS-DUST SHELLS…….. 158
Kudaykulov A., Kalimoldayev M., Tashev A., Begaliyeva K., ARSHIDINOVA M.
ALGORITHM FOR THE STUDY OF THE THERMO-MECHANICAL CONDITION OF THE ROD IN SIMULTANEOUS LOCAL TEMPERATURES AND THERMAL INSULATION……..…….. 163
Sametova A., Mazakov T., Salimkhanova A.
MONITORING THE DEVELOPMENT OF FOREST AND STEPPE FIRES…… 175
Turmanova K.N., Zhakypov A.S., Tolepov Zh.K., Ovsyannikov S.V., Kapanov A.S.
INFLUENCE OF SILVER CONCENTRATION AND DIMENSIONAL EFFECT ON ELECTRIC PARAMETERS OF Ge2Sb2Te5 <Ag> FILMS…… 179
Rassul D. K., Kasimov A. O.
RESEACH AND APPLICATION OF FIBER BRAGG GRATING SENSOR…… 184
Abdiyev B., Karymsakova N., Satybaldina D.
CONDUCTING TEST (TEST) MEASURES TO PROTECT AGAINST TARGETED ATTACKS..... 189
Imanbaev K.S., Sharipova B.D., Dzhanuzakov S.D., Dzhanuzakov A.S.
ALGEBRAIC REPRESENTATION OF THE HIERARCHICAL STRUCTURE INFORMATION SYSTEM…….. 198
Tabylov A. U., Bulekbayeva G. Zh.
OPTIMIZATION OF SEAPORT OPERATIONS BY SPECIALIZING IN BERTHS AND WAREHOUSES SEAL PORTS…… 204
Meyrbekov A.T., Orazbaev A.E., Zhigitbekova A.D., Bolysbek A.A.
ACCUMULATION OF SOLID HOUSEHOLD WASTE IN THE LANDFILLS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND WAYS TO REDUCE THEM..... 211
Tyulepberdinova G., Adilzhanova S., Gaziz G., Toyganbaeva N., Sakypbekova M.
ASSESSMENT OF THE LEVEL OF USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIETY..... 215

Zharkevich O.M., Zhunuspekov D.S., Mukashev R.R.
CHOICE AND SUBSTANTIATION OF THE METHOD OF INCREASING THE RESOURCE
OF A HYDRAULIC RESISTANCE OF THE MECHANIZED FASTENERS…… 220
Kalizhanova A., Kisała P., Kozbakova A., Yedilkhan D., Aitkulov Zh., Orazbekov Zh.
EXPERIMENTAL RESEARCH AND TESTING OF A COMPLETE INTERROGATION SYSTEM..... 224
Don I.A., Unaspekov B. A.
PECULIARITIES OF GAS SUPPLY OF INDUSTRIAL FURNACES ON THE EXAMPLE OF
A PLANT FOR THE PRODUCTION OF ALUMINUM PROFILES HOFFMAN……... 233
Unaspekov B. A., Don I.A.
ANALYSIS OF THE WORK OF INDUSTRIAL FURNACES AND THE GAS SUPPLY SYSTEM…… 236
Zernov D.Yu., Kanguzhina K.M., Semenenko S.P., Glyvyak A.Ya., Kasenova A.I.
MODERN APPROACHES TO THREE-DIMENSIONAL MODELING OF HUMAN MOVEMENTS…… 239
Altayev D.R., Bublikov V.O.
PROVIDING MONITORING AND FAULT TOLERANCE OF THE KUBERNETES-BASED
CLOUD RESOURCE ALLOCATION SYSTEM……. 243
Bublikov V.O., Altayev D.R.
ISOLATION OF MICROSERVICE FROM THE MONOLITHIC SYSTEM TO ENSURE SCALING…… 247
Askaruly A., Alibekova A. K., Muradov A. D.
EFFECT OF ELECTRON IRRADIATION ON MECHANICAL DEFORMATION
OF POLYIMIDE METALLIZED FILMS…….. 253
Toleuova A.R., Zharkevich O.M., Mussin E.T.
TECHNOLOGICAL SOLUTIONS TO IMPROVE THE QUALITY OF STEEL…….. 258
Musabaev B., Ursarova A., Zhatkanbaeva E.. Sarbaev S.
DEVELOPMENT OF CONTAINER TRANSPORTATION IN THE EURASIAN SPACE…… 263
Suyundykova G.S., Kenzhegulov A.K., Ospanali A.T., Medyanova B.S., Partizan G., Aliev B.A.
SEM STUDY OF SiC NANOSTRUCTURES OBTAINED BY THE HIGH FREQUENCY
MAGNETRON SPUTTERING……. 268
Bektibai B.Zh., Zhuman G.B., Zhexen U.Zh.
IMPLEMENTATION OF MEASURES BASED ON THE ENERGY MANAGEMENT
STANDARD IN ENTERPRISES IN ORDER TO SAVE MONEY..... 273
Glushchenko T., Bedych T., Fyodorova M.
THE SIMULATION MODEL OF ELECTRICAL POWER SYSTEMS……... 278
Zhamalov Y.K., Zhumatova A.A., Sarsenbayev Y.A., Minazhova S.A.
METHODS FOR CLEANING PHOTOVOLTAIC PANELS..... 283
Batalova M.S., Alpysbayeva B.E., Korobova N.E.
STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE FORMATION OF NANOFIBERS ON THE
TEMPERATURE OF THE ELECTROLYTE DURING ANODIZING…… 287
Orazaliyeva S.
DEVELOPMENT OF A MEASURING SYSTEM FOR SPECTRAL MEASUREMENTS
OF OPTICAL FIBERS USING TFBG……... 291
Dautbay Ch.K., Alimbayev Ch. A., Alimbayeva Zh.N., Bayanbay N. A., Ozhikenov K. A.
AUTOMATIC MICROCLIMATE CONTROL SYSTEM IN THE GREENHOUSE..... 295
Kadir M.F., Alpysbayeva B.E., Smirnov V.Y.
MULTISTAGE FORMATION OF MEMBRANES BASED ON NANOPOROUS ALUMINA……. 301
Rakhmatullina R.F., Kasimov A.O.
NEW TECHNOLOGY OF DATA TRANSMISSION: LI-FI…… 305
Golovchun M.A., Kiseleva O.V.
USING ARDUINO IN ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS……. 309
Akhmetov D.R.
COMPARATIVE ANALYSIS OF EXISTING FACE RECOGNITION METHODS…….. 313
Kabylbekova K., Nurmukhanova A.
ANALYSIS OF OBTAINING OF A CERTIFICATE FOR A DIGITAL FLUOROGRAPHY
EQUIPMENT TO BE USED FOR CHECKING CHAIR MEMBERS…….. 320
Meirambekuly N., Temirbayev A.A., Karibayev B.A., Namazbayev T.A.
S-BAND PATCH ANTENNA BASED ON ANISOTROPIC FRACTAL FOR SMALL SPACECRAFTS… 324
Муталиев А., Самойлов К.И., Ходжиков А.В.
WAYS OF DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENT COMPLEXES…… 330
Serikbayeva M.N., Balakayeva G.T.
MODELING OF PROCESSING LARGE DATA WITH USING METHOD OF DATA MINING……. 337

Sarimova B. T., Alimbayev Ch. A., Alimbayeva Zh. N., Bayanbay N. A., Ozhikenov K. A.
INTERFERENCE-RESISTANT PROCESSING OF AN ELECTROCARDIOGRAM BASED
ON THE HILBERT-JUAN TRANFORM……. 341
Zhussipova O., Sailaybek T., Rakhymbayev S., Aitkozhaeyv A.Z., Baimakhanov G.A.
DEVELOPMENT INTEGRATED QUALITY ASSURANCE SYSTEM BASED ON ISO
STANDARDS…… 346
Bektursunova A.K., Botabaev N.E., Togataev T.U., Erkebai G.N.
METHODS OF RECEIPT OF FISHING MATERIALS WITH ANTI-BACTERIC PROPERTIES…….. 350
Tursynbay G., Nurmukhanova A.
DEVELOPMENT OF A PLAN FOR RESEARCH OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF
MANUFACTURE OF ROAD STRUCTURE…… 355
Utepbergenov I.T., Sherstoboyev M.A.
REVIEW OF THE SCIENTIFIC ARTICLE “FORECASTING OF CURRENCY QUOTES USING
NEURAL NETWORKS”…… 359
Shokai U., Kozhagulov O., Askarbekov E.
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF FEED PRODUCTS 364
FROM ALCOHOL BARD…….
Abykanova B.T., Sariyeva A.K., Kabiden K.B., Murynov B.A.
PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF OPTIMIZATION OF ENERGY EFFICIENCY
OF OPTIMIZATION…….. 370
Dzhumamuhambetov Dzh.G., Sadykova N.G., Sariyeva A.K.
OPTICAL PROPERTIES OF SEMICONDUCTOR NANOPRARTICLES……. 375
Sarbaev S., Aikumbekov M., Abibullaev S., Nurzhaubaev M., Toktamysov B.
OPERATIONAL MANAGEMENT OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS IN GENERAL
TRANSPORT NODES USING GAME THEORY…… 380
Musabaev B., Kamzina A., Nurzhaubaev M., Abibullaev S., Toktamysov B.
INSTALLATION AND MODELING OF INFORMATION SERVICE CENTER TASKS WHEN
PERFORMING EXPORT-IMPORT OPERATIONS……. 386
Gorinova N. W., Borankulova G. S.
OPTIMIZATION OF THE CONSUMER CREDIT PROCESS AND MATHEMATICAL MODELING….. 392
Zamanbekova A.Z., Unaspekov B.A.
GAS FUEL COMBUSTION……... 399
Bekkozhina B., Demyanenko A., Koshekov K., Aitylina A.
REVIEW OF METHODS FOR FORECASTING ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION…….. 44
Nazarova K.Zh., Usmanov K.I., Erkisheva ZH.S.
THE UNIQUE SOLVABILITY OF A PARTICULAR CASE OF A SYSTEM OF INTEGRO-
DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH IMPULSIVE BOUNDARY CONDITIONS..... 408
Nuranbayeva B., Akhmedjanov T., Omarova M., Kyzylgul A.
ANALYSIS AND RESEARCH OF IMPROVING OIL RECOVERY METHODS……. 414
Beisek L.B., Kiseleva O.V., Golovchun M.A.
RESEARCH OF MODELS OF CLOUD SERVICE…… 420
Yar-Mukhamedova G.Sh., Jamanbayeva G.T., Bisembayev B.J.
PEROVSKITE-BASED SOLAR CELLS: MATERIALS, METHODS, AND FUTURE PERSPECTIVES… 423
Nogaibayeva A.S., Samoilov K.I.
SPECIFICITY OF MOBILE BUILDINGS AND STRUCTURES..... 427
Smailov N., Akhmetov Y., Adybayev Zh.
PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN OF COMMUNICATION
EQUIPMENT WITH THE REQUIRED LEVEL OF TRUST IN HARDWARE BASE…… 431
Kubekov B.S., Magametova A.K.
ONTOLOGICAL MODELING SEMANTIC CONTEXT KNOWLEDGE AREAS OF
SOFTWARE ENGINEERING…… 436
Tolegenova A., Soboleva L., Smailov N., Amantayev T.
STRUCTURE OF THE IOT "SMART AGRO" PLATFORM»……. 440
Bobrov L. K., Utepbergenov I. T., [2]Sagyndykova M. S., Nadraliev A.G.
INFORMATION RESOURCES FOR INNOVATIVE ACTIVITY IN ENGINEERING EDUCATION 445
Sakipov A.K., Efimova Yu.V., Utegulov A.B., Koshkin I.V.
HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR TESTING AND TRAINING USING A FUZZY
ASSESSMENT MODEL…… 452
Blinayeva Y., Popova G., Smailova S., Yakovlev V. , Yaanus Y.
INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF INFRASOUND ON THE REDUCTION
OF CRUDE OIL VISCOSITY……. 458

Abdirazakh A.M., Kuandykova D.R.
COMPARISON OF IMITATION MACHINE LEARNING AND REINFORCEMENT
MACHINE LEARNING ON A GAME EXAMPLE…….. 465
Aldiyaro A., Akylbayeva A., Sokolov D., Strzhmechnyi Y., Moldybayev D.
IMPLEMENTATION OF ISO 5725 STANDARDS IN MEASURING LABORATORIES OF THE
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN FOR ASSESSING THE ACCURACY OF RESULTS…… 471
Aman Zh. A., Asembaeva M. K.
RESEARCH AND REDUCTION OF THE DISTRIBUTION OF TPP EMISSIONS IN THE
ATMOSPHERE……. 474
Adilzhanova S., Toiganbaeva N., Berdygulova A., Mekebay N.
MODERN THEORETICAL PROBLEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE……. 479
Sharipova B.D., Imanbaev K.S., Uteuova N.J., Baimukhanova A.
OPTIMIZATION MODELS FOR TRANSPORT EFFICIENCY…….. 483
Dosmailova G.M., Kataev N.S.
ARCHITECTURE OF OPERATION OF EXTRACTIVE BROWSER APPLICATIONS TECHNOLOGY.. 489
Aikumbekov M., Kamzina A., Izbairova A., Musabaev B., Saidinbaeva N.
USE OF SIMULATION METHODS FOR OPERATIONAL MANAGEMENT OF VEHICLES
AT THE TERMINAL…… 495
Tolegenova A.., Soboleva L.., Smailov N.., Amantayev T.
FLEXIBLE SOLID POWER AMPLIFIERS FOR USE IN SPACE…….. 500
Rakhimbaev R.M., Duzbayev N.T., Mamatova G.U., Bekaulov N. M.
SOME MODERN METHODS IN MACHINE LEARNING TECHNOLOGY……. 505
Rakhymgozhina A, Nabieva A, Atabayeva S, Kenzhebayeva S.S., Usenbekov B.
THE EFFECT OF CADMIUM ON THE MINERAL COMPOSITION OF RICE
(ORYZA SATIVA L.) SEEDLINGS…….. 509
Kalizhanova A., Kisała P., Amirgalieva S., Kozbakova A., Yedilkhan D., Aitkulov Zh.
DEVELOPMENT AND RESEARCH OF NEW STRUCTURES OF THE TILT FIBER BRAGG
GRATINGS AND THEIR PROPERTIES……. 516
Akhmetov S.S., Lakhno V., Nabiyeva G.S.
METHODS AND MODELS USED IN OPTIMIZATION TASKS FOR PLACING
CYBERSECURITY SYSTEMS……. 532
Zhalgasbai A.Zh., Unaspekov B.A.
STUDY OF THE ISSUE OF ELECTRICITY GENERATION IN GAS DISTRIBUTION
STATIONS USING TURBO-EXPANDER UNITS……. 542
Salimkhanova A., Makashev E., Sametova A.
PREDICTION OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS BASED ON NEURAL NETWORKS AND
ARTIFICIAL INTELLIGENCE..... 546
Koishiev T.K., Zhumatova A.A., Esmuhan B.
PERPARATION OF PV-PHOTOVOLTAIC STATION STRUCTURAL ARCHITECTURE,
PROVIDING EXTERNAL ILLUMINATION OF KENTAU TRANSFORMER PLANT…….. 551
Smailov N.K., Koshkinbayev S.Zh., Koshkinbayeva M.Zh., Adybayev Zh.B.
STUDY OF FUNCTIONAL FEATURES OF OPTICAL POWER TRANSFORMERS AND
TRANSFORMERS OF CURRENT AND VOLTAGE…….. 556
Zhamalov A.A., Zhuman A.Y.
THEORETICAL BASIS FOR THE CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE
BI-HYDROGENERATOR ADSTRACT……. 561
Adambaev M., Zhulaeva Zh., Bizhanova A., Kalabaeva A.
METHOD FOR DRAWING UP THE STRUCTURAL SCHEME OF A COMPLEX OBJECT BY ITS
OPERATIONAL EXPRESSION AND ITS APPLICATION……..……. 567
Zhussupova I.M.
LIVESTOCK DEVELOPMENT TECHNOLOGIES IN THE INDUSTRIAL ZONE OF THE
KYZYLORDA REGION…… 576

Mukushev A., Mukushev B., Omarova N., Nurbakova G., Kozhakhmet B.
INVESTIGATION OF STOCHASTIC PHENOMENA IN DISSIPATIVE
DYNAMICAL SYSTEMS BY NUMERICAL METHODS..... 582
Mukushev A., Mukushev B., Prmantayeva B., Nurbakova G., Rustembayeva S.
STUDY OF THE FINANCIAL PYRAMID ACTIVITY THROUGH NUMERICAL MODELS…… 586
Dzhumamuhambetov J., Kazybekov A.M., Mussatay S.S.
APPLICATION OF "ARDUINO" TECHNOLOGIES IN PHYSICS LESSONS..... 592
Kalybay A.A.
ALTERNATIVE CRITERIA OF BOUNDEDNESS OF VOLTERRA
TYPE INTEGRAL OPERATORS IN LEBESGUE SPACES…….. 598
Kalimoldaev M.N., Abdildayeva A.A., Akhmetzhanov M.A.
MATHEMATICAL MODELING OF STABLE "LARGE" COMPLEX ELECTRIC
POWER SYSTEMS…….. 603
Tureshbaev A.T., Omarova U.S., Baymuratov O.A.
ABOUT EXISTENCE OF SPATIAL PERIODIC SOLUTIONS IN THE GENERALIZED
PHOTO-GRAVITATION-BOUNDED THREE-BODY PROBLEM..... 611
Sakenova R.E., Erdybaeva N.K., Pogrebnjak A.D., Kylyshkanov M.K.,
MICROSTRUCTURE AND ELEMENT COMPOSITION OF MULTILAYER
COATINGS BASED ON (CrN/ZrN)/(Cr/Zr)……. 615
Koilyshov U.K., Beisenbaeva K.A.
THE SOLUTION OF ONE BOUNDARY PROBLEM FOR THE DEGENERATES
HEAT EQUATION IN A REGION WITH A MOVING BOUNDARY……. 623
Orazbayev B.B., Zenisbekuly Zh., Orazbayeva K.N., Kapysheva S.K., Shagayeva A.B.
TASKS OF MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION OF OIL PUMPING PROCESSES
THROUGH OIL PIPELINES IN A FUZZY ENVIRONMENT AND HEURISTIC
METHODS FOR SOLVING THEM..... 627
Kalbayeva A.T., Kurakbayeva S.D., Kalbayeva A.T., Elbergenova G.Zh., Abdrakhmanova G.M.
REVIEW OF METHODS FOR SOLVING PROBLEMS WITH FREE BOUNDARIES…… 634
Orazaliyeva S., Yakubova M.
TEMPERATURE MEASUREMENT WITH TILTED FIBER BRAGG GRATINGS……. 640
Khairullin Ye.M., Azhibekova A.S., Tulesheva G.A.
ABOUT ONE BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE INTEGRO-DIFFERENTIAL
EQUATION OF HEAT AND MASS TRANSFER…… 644
Ysmagul R.S. , Khamitbekov Zh.R., Karim A.O
BOUNDED OPERATORS IN THE HILBERT SPACES……. 650
Baigereyev D.R., Apyshev O.D., Amenova F.S., Yergaliyev Ye.K., Muratova T.K.
STUDY OF STABILITY OF THE FINITE DIFFERENCE SCHEME FOR A
MODEL TWO PHASE FLOW PROBLEM…… 657
Ramazanov M.D., Tutkusheva Zh.S.
CALCULATING THE GLOBAL MINIMUM COORDINATES OF AN
ARBITRARY SMOOTH FUNCTION OF MULTIPLE VARIABLES…….. 662
Abdildayeva A.A., Zhukabayeva T.K., Akhmetzhanov M.A.
MODELING OF A MULTI-AGENT SYSTEM FOR CONTROL OF ELECTRIC
POWER SYSTEMS…….. 667
Abylayeva A.M., Seilbekov B.N.
FOR p>q , THE WEIGHTED INEQUALITY OF THE FRACTIONAL INTEGRATION OPERATOR……. 673
Boranbayev S.N., Boranbayev A.S., Yatsenko Y.P., Hritonenko N.V., Tulebayev Y.B.
MODIFICATIONS OF MODELS AND ALGORITHMS FOR THE RATIONAL
EXCHANGE OF EQUIPMENT FOR EXTERNAL NETWORK RESOURCES AT
OPTIMUM CHOICE AMONG EXISTING COALITIONS…… 679
Usmanov Kh.I., Nazarova K.J., Zhappar A.S.
SOLUTIONS OF INTEGRAL-DIFFERENTIAL SYSTEMS
CONTAINING A PARAMETER IN EQUATIONS WITH A PULSE BOUNDARY 683
CONDITION BY THE PARAMETERIZATION METHOD……
Kassenova T.K., Tsyba P.Yu., Razina O.V.
INVESTIGATION OF THE COUPLING OF THE TEN-VERTEX MODEL 689
WITH JONES POLYNOMIALS……..
Bolegenova S.A., Manatbayev R.K., Baizhuma Zh., Chankyu Son
NUMERICAL SIMULATIONS OF THE DARRIEUS WIND TURBINE BLADE ICING……. 695

Chemical and metallurgical sciences

Baimoldanova L.S., Pogrebjak O.D., Cong Ch., Uazyrkhanova G.K.
INFLUENCE AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF IMPLANTATION OF
GOLD IONS AND INTERFACIAL BOUNDARIES (TIALSIY)N / CRN ON THE
MICROSTRUCTURE AND ELEMENTAL COMPOSITION OF NANOSTRUCTURED COATINGS….. 704
Balbekova B.K., Serikova A.A.
THE RESEARCH ON THE INFLUENCE OF ALLOYING ELEMENTS AND
THERMAL TREATMENT ON CREEP AND LONG-TERM STRENGTH OF BOILER STEELS…….. 711
Duzelbayeva S., Kasenova B., Akhatova Z., Konuspaev S.
THE STUDY OF OPTIMUM CONDITIONS
OF WOOL FAT HYDROLYSIS IN ALKALINE MEDIA……. 716
Koizhanova A.K., Kamalov E.M., Atanova O.V., Erdenova M.B., Magomedov D.R.
ON THE STUDY OF CYANIDE-FREE TECHNOLOGY FOR THE EXTRACTION
OF GOLD FROM THE FLOTATION TAILINGS OF A GOLD RECOVERY FACTORY……. 720
Orazzhanova L.K., Kassymova Zh.S., Mussabayeva B.Kh., Klivenko A.N., Zhumabekova M.
INVESTIGATION OF THE INTERPOLYMER COMPLEX CHITOSAN-POLYACRYLIC
ACID AND ITS EFFECTIVENESS AT WATER EROSION OF SOILS…….. 727
Isembergenov N.T., Sagyndikova A.Zh., Sarsenova A.A., Dzhobalay G.S.
INDUCTION HEATING OF METAL USING A TRANSISTOR FREQUENCY CONVERTER…….. 733
Satayeva S.S., Imangaliyeva A.U., Nazarova D.S.
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF SULPHUROUS CEMENT……. 737
Seitkhanov N.A., Besterekov U.
RESULTS OF OBTAINING NP FERTILIZERS BASED ON AMMONIUM NITRATE
AND PHOSPHATE ROCK…… 742

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л.Т. Касжанова
Л.П. Умирбекова
Д.Ш. Тажиева

Подписано в печать 15.06.2020 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 47,9.
Тираж 500 экз. Заказ № 244.

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