

**С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

№ 1 (2019)

Павлодар

МАЗМҰНЫ**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

О постановке на учет, переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 17022-Ж

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики, электротехнологии,
автоматизации, автоматизированных и информационных систем,
электромеханики и теплоэнергетики

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Нефтисов А. В., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Шапкенов Б. К., *к.тех.н., профессор***Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Боровиков Ю. С., *д.т.н., профессор (Россия)*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*
Говорун В. Ф., *д.т.н., профессор*
Бороденко В. А., *д.т.н., профессор*
Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Марковский В. П., *к.т.н., доцент*
Хацевский В. Ф., *д.т.н., профессор*
Шокубаева З. Ж., *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

© ПГУ имени С. Торайгырова

Азаматова Д. А., Никифоров А. С., Төлебаева Ж. А., Малгаждар С. Е. Байланысты-беттік су жылытқыштарды пайдалана отырып, су жылыту қазандықтары жұмысының тиімділігін арттыру	15
Азаматова Д. А., Никифоров А. С., Төлебаева Ж. А., Нұрғалиев Н. Е. Қайнау қабатындағы күйдіру технологиясың жетілдіру	23
Ақанова А. С., Оспанова Н. Н., Абильдинова Г. М., Есимова Д. Д. «Өткізу бюросы» автоматтандырылған жүйенің логикалық ұйымдастырылуы	29
Ахмедов К. М., Олейник А. И., Ткенов Ш. А. Жылжымалық құрылғылардың қосымшаны қосылу сағаттарының жылу тиімділігін зерттеу	35
Ахметов Б. С., Лахно В. А., Абуова А. К. Темір жол көлігіндегі төтенше жағдайларды талдауға арналған зияткерлік технологиялар	43
Ахметов Б. С., Лахно В. А., Еркелдесова Г. Т. Уақыттық шектеулер жағдайында жоғары жылдамдықты көлік қозғалысын автоматтандыру және диспетчерлеу	52
Ахметов Б. С., Лахно В. А., Оралбекова А. О. Жоғары жылдамдықты темір жол көлігі жүйелерінің жай-күйін бұзбайтын бақылау, диагностикалау және детектеу құралдары мен әдістері	61
Бейсенбі М. А., Мусабаева Ш. С., Сатпаева А. К., Кисикова Н. М., Садвакасова А. У. «Гиперболикалық омбилика» сыныбында құрылған көп өлшемді және бейсызықты жүйелерді зерттеу	72
Беркетов С. С., Азаматова Д. А., Төлебаева Ж. А., Айтмагамбетова Г. А., Антикеев Д. Г. Каталитикалық қондырғылар негізінде әр түрлі қатты отындарды жағуға арналған қазандықтардың қолдану ерекшеліктері	85
Беркетов С. С., Гафуров Р. Ш. Зерттеу нұсқаларын орнату қазандық қВ-ТК-100-150 өтеу үшін кететін қуатын қайта жаңарту кезеңіне	91
Горячев Я. В., Никифоров А. С. Шығарылған газдардың жылуды қалпына келтіру қағидасы бойынша жану құрылғыларын өзірлеу	99
Гуляков В. С., Вусихис А. С., Толымбекова Л. Б., Жунусов А. К. Су-мазутты эмульсия негізіндегі композициялық отынды қолдану тиімділігі	105
Достияров А. М., Умирзаков Р. А., Абдирова М. Т., Мерғалимова А. К. Жылу генераторы жұмысының астықты кептіру режиміне және жану өнімдерінің ұйыттылығына әсері	113

Дюсенов К. М., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К. Экономичные Технологии Высокочастотного Нагрева Воды	128
Елубай М. А., Кожахметова М. М. Перепрофилирование установки МТБЭ в ЭТБЭ	138
Жумагулова З. Б. Исследование эффективности использования рукавных фильтров в условиях работы теплоэнергетических предприятий	144
Ибраева С. С. Снижение тепловых потерь на трубопроводах тепловых сетей за счет применения современных изолирующих материалов	154
Исупова Н. А., Төкен Ә. Ж. Совершенствование электрооборудования на транспортных средствах	162
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П. Эффективные технологии обогрева с микропроцессорным управлением	168
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П. Автоматика систем водоснабжения Smart Home	177
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Волгин М. Е. Вопросы молниезащиты электропитающих сетей до 1000 В	186
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П. Защиты от импульсных перенапряжений для низковольтных сетей	195
Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Алимгазин А. Ш., Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К. Применение энергосберегающих технологий в освещении г. Аксу	203
Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Алимгазин А. Ш., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б. Применение технологии «зеленое отопление» для энергообеспечения объекта детский эко-техноцентр г. Аксу	212
Копишеев Э. Е., Сулейменов И. Э., Байпакбаева С. Т., Игликов И. В., Нуртазин А. Датчики с управляемой чувствительностью для телемедицинских систем на основе полиэлектrolитных гидрогелей	222
Кликушин Ю. Н., Кошеков А. К. Выбор параметров для представления структуры рукописных символов на основе идентификационных измерений	230
Кошеков К. Т., Калантаевская Н. И., Латыпов С. И. Нейросетевые технологии в энергетическом комплексе	237
Кошеков К. Т., Латыпов С. И., Калантаевская Н. И. Алгоритм диагностики электроэнергетического оборудования с интеллектуальной обработкой сигналов	244
Кошеков К. Т., Хайбуллин Р. Р., Гаврилова М. А. Использование режима timo при построения канала связи с удаленными объектами экологического мониторинга	255

Кошекова Б. В., Савостин А. А. О возможности построения сети передачи сейсмических данных на основе 4G технологии	268
Кучербаев М. С., Жуматаев Д. Ш. Проблемы использования запальных горелок при розжиге котлоагрегатов	275
Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б. Комплексная система измерения рисков в энергетических компаниях	282
Мендыбаев С. А., Байкенова Н. Б., Чуприна М. А., Садвокасова Г. М. Исследование переходных процессов источника тока с крутопадающей внешней характеристикой	289
Мустафин А. Х., Кабылкайыр Д. Н., Исакова Т. А., Грёбенкин В. В. Разработка методов защиты насосных агрегатов от вибрационных нагрузок	296
Несмеянова Р. М., Дюсенбаев Д. К. Способы регулирования давления на нефтеперекачивающих станциях	303
Нукенов К. К. Установка и моделирование солнечной системы в сочетании с тепловым насосом	309
Оразбеков Е. А., Смайлов Н. К., Жамангарин Д. С., Жетписбаева А. Т. Проведение сетей доступа на основе технологии GPON в городе Экибастуз	322
Пшембаев М. К. К вопросу выбора эффективного пропиточного состава для защиты дорожных бетонных покрытий от коррозионных разрушений	332
Рахимова Д. Ж., Никифоров А. С. Проблемы утилизации крупногабаритных резинотехнических изделий ...	347
Риттер Е. С., Савостин А. А., Риттер Д. В. Система распределения сверхвысокочастотной энергии на облучаемые объекты	355
Сабденов К. О., Касимова С. А. Аксиоматический подход в теории горения газов на основе понятий «Поверхность горения» и «Нормальная скорость пламени». Часть 1. Основное уравнение турбулентного пламени	361
Сабитова М. К., Кинжибекова А. К. Использование электрических котлов для теплоснабжения микрорайона «Достык» г.Павлодар	372
Саканов К. Т., Жумаш А., Горшкова Л. В., Курманов А. К. Оптимизация конструктивных решений жилых зданий строящихся в мкр. Сарыарка г. Павлодара	378
Саканов К. Т., Альтаев Ж. Х., Шинтимиров М. А., Курманов А. К. Влияние формы подошвы фундамента на деформируемость основания	385

Ю. Н. Кликушин¹, А. К. Кошеков²

Өлшем сәйкестендіру негізінде қолжазба таңбаларының құрылымын көрсету үшін параметрлерді таңдау

¹Омбы мемлекеттік техникалық университеті,
Омбы қ., 644050, Ресей Федерациясы;

²Инженерлік және сандық технологиялар факультеті,
М. Қозыбаев атындағы

Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Петропавл қ., 150000, Қазақстан Республикасы.

Материал 06.02.19 баспаға түсті.

Y. N. Klikushin¹, A. K. Koshekov²

Selection of parameters for presenting the structure of manual symbols based on identification measurements

¹Omsk State Technical University,
Omsk, 644050, Russian Federation;

²Faculty of Engineering and Digital Technology,
M. Kozybayev North Kazakhstan State University,
Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 06.02.19.

Мақалада сәйкестендіру өлшемдерінің негізінде қолжазба сандарды тану жүйесінің құрылымы сипатталған. Ең тиімді және оңтайлы сәйкестендіру және статистикалық параметрлерді таңдау бойынша зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Кіріс сипаттамалары ретінде эталондары бар кіріс сигналының әртүрлілігінің бинарлық сигналдары және автокорреляциялық функциялар қолданылады.

The article describes the structure of the handwriting recognition system based on identification measurements. The results of studies on the selection of the most effective and optimal identification and statistical parameters are presented. As input characteristics, binary signals of the difference of the input signal with the standards and the autocorrelation function are used.

К. Т. Кошеков¹, Н. И. Калантаевская², С. И. Латыпов³

¹д.т.н., профессор, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Факультет инженерии и цифровых технологий, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан;

²PhD докторант, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Факультет Инженерии и цифровых технологий, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан;

³PhD докторант, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Факультет Инженерии и цифровых технологий, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан

e-mail: ¹kkoshekov@mail.ru; ²natasha0487@mail.ru; ³slatypov@mail.ru

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

Статья посвящена вопросам текущего состояния и перспективам развития энергетической отрасли Казахстана, говорится о необходимости цифровизации энергетики посредством параллельной работы энергетической сети и обслуживающей ее информационной сети. Предлагаются варианты применения нейронных сетей для прогнозирования энергетической нагрузки с целью дальнейшего управления энергетическими процессами. В качестве базы знаний для обучения нейронной сети предлагается использование данных получаемых при мониторинге сети автоматизированной системой контроля и учета электрической энергии.

Ключевые слова: нейронные сети, электроэнергетические системы, электрические сети, качество электрической энергии, прогнозирование нагрузки.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития энергетической отрасли Казахстана, когда объем производства электрической энергии достиг стабильных высоких показателей, производимые мощности практически покрывают спрос промышленных и бытовых потребителей в электрической энергии, актуальным становится вопрос повышения качества функционирования

энергетической системы в целом. В рамках государственной программы «Цифровой Казахстан», ставится вопрос о необходимости технологического перевооружения существующих отраслей промышленности, в том числе одной из первых задач ставится цифровизация электроэнергетики, таким образом, преобразование энергетической отрасли должно происходить, опираясь на новые концепции и технологии.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Функционирование энергетической системы Казахстана основано на непрерывном процессе производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Данный процесс подразумевает вертикальную структуру энергетической сети, где выработанная энергия через трансформаторные подстанции по линиям электропередач поступает к конечному потребителю (Рисунок 1).

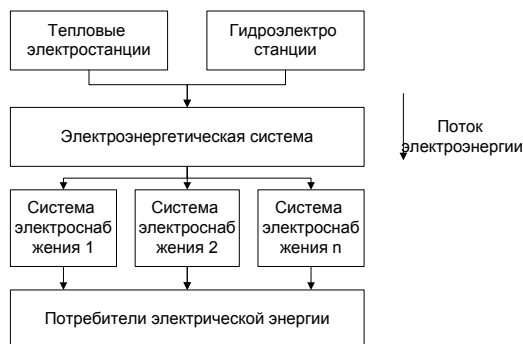


Рисунок 1 – Принципы технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии

Традиционная концепция развития энергетики в Казахстане, основана на увеличении производимых мощностей, модернизации технологического отдельных видов оборудования и инфраструктуры, вводятся автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии. Но данная стратегия имеет и свои ограничения. Так, автоматизированная система контроля и учета электрической энергии направлена на мониторинг потребления энергии, не затрагивая управление режимами работы энергетической системы, то есть имеет идентификационные свойства, а не управляющие.

Возможности, которые дает современный уровень развития техники и технологии позволяет не только производить мониторинг и сбор информации

о состоянии энергетической сети, но и осуществлять планирование и прогнозирование энергопотребления для при принятия решений об осуществлении определенных управляющих воздействиях.

Прогнозирование энергопотребления позволит решить следующие проблемы:

- перерасход ресурсов при производстве избыточной электроэнергии;
- выбор оптимального режима работы энергетической системы;
- предотвращение перегрузки оборудования и линий электропередач;

Таким образом существующая база данных, собранная автоматизированная система контроля и учета электрической энергии при определенном анализе и обработке позволит найти более эффективные способы решения некоторых текущих рабочих задач и проблем энергетической отрасли.

Инструментом для решения поставленной задачи прогнозирования энергопотребления предлагается использовать искусственные нейронные сети, как мощный математический аппарат, позволяющий устанавливать сложные функциональные зависимости между входными и выходными параметрами, не смотря на наличие случайных и неопределенных факторов, влияющих на потребление электрической энергии.

Искусственные нейронные сети как один из способов реализации искусственного интеллекта, применяются как инновационный способ прогнозирования временных рядов, распознавания образов, решение задач кластеризации и классификации.

Возможности использования и внедрение искусственных нейронных сетей в энергетическом комплексе для прогнозирования энергопотребления предлагается произвести по следующей схеме:



Рисунок 2 – Схема использования искусственных нейронных сетей в энергетическом комплексе для прогнозирования энергопотребления

Обучение нейронной сети для диагностики предаварийных ситуаций требует наличие базы знаний, содержащей информацию о параметрах сети в нормальных и предаварийных режимах функционирования энергетической сети. Таким образом, обучающая выборка должна состоять из множества входных векторов, но и соответствующих им откликах, т.е значения параметров сети позволяющие распознать предаварийную ситуацию на основе определенных признаков. Реальные данные позволяют нейронной сети пройти обучение и в режиме реального времени относить текущий режим работы энергетической сети к нормальному либо к предаварийному.

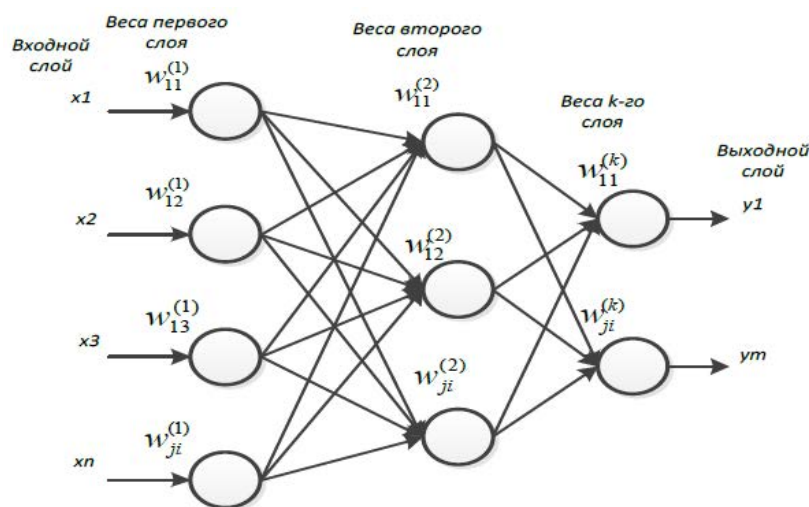


Рисунок 3 – Структура нейронной сети

Математическая задача заключается в нахождении таких весовых коэффициентов, чтобы минимизировалась ошибка рассогласования между реакцией сети и требуемым откликом для всей обучающей выборки [1].

$$\min E = \sum_{i=1}^p E_p = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^m (y_{ij} - d_{ij})^2, \quad (1)$$

где y_{ij} , d_{ij} – соответственно фактическая и желаемая реакции j-го нейрона выходного слоя j-го нейрона выходного слоя на i-й входной вектор; p – число примеров в обучающей выборке; m – число нейронов в выходном слое.

Под процессом *обучения* искусственной нейронной сети понимается настройка весовых коэффициентов w_{ij} ее базовых процессорных элементов, результатом чего является выполнение сетью конкретной задачи. Достижение

подобных целей формализуется критерием качества J, минимальное значение $\min_w J = J^*$ которого соответствует наилучшему решению поставленной задачи [3]:

Процедура коррекции весов использует информацию о градиенте функции ошибки E и требует дифференцируемости функции активации. Простейший вариант реализует градиентный спуск в пространстве весовых коэффициентов, осуществляемый последовательно для всех примеров обучающей выборки [3]:

$$\Delta w_{ij}^{(k)}(t) = -\eta \frac{\partial E_p}{\partial w_{ij}^{(k)}}, k = 1, 2, \dots, K, \quad (2)$$

где $w_{ij}^{(k)}$ – весовой коэффициент j-й связи i-го нейрона в слое k; η – скорость обучения; K – число слоев нейронов в сети.

Развитие энергосисемы и повышение качества ее функционирования возможно не только с помощью замены оборудования, применения новых материалов в строительстве и реконструкции элементов электрических сетей, а также перспективным является использование цифровых технологий в моделировании, планировании и выборе варианта управления энергосистемой.

ВЫВОДЫ

1 Эффективность функционирования энергетической сети можно повысить с помощью прогнозирования нагрузки, что позволит в дальнейшем управлять производством электрической энергии.

2 Актуальным средством прогнозирования нагрузки являются искусственные нейронные сети, которые позволяют учесть нелинейность изменения нагрузки и большое количества вektоров, влияющих на энергопотребление.

3 В качестве базы знаний для формирования обучающей выборки искусственной нейронной сети целесообразно использовать данные получаемые с автоматизированной системы учета и контроля электрической энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Новые информационные технологии в задачах оперативного управления электроэнергетическими системами / Н. А. Манов, и др., Ин-т социально-экономических и энергетических проблем Севера. – Екатеринбург : Уральское отделение РАН (УрО РАН), 2002 .

2 **Salman, S. K.** Introduction to the Smart Grid : Concepts, Technologies and Evolution – The Institution of Engineering and Technology, 2017.

3 **Терехов, В. А.** Нейросетевые системы управления / В. А. Терехов, Д. В. Ефимов, И. Ю. Тюкин. – М. : Мир, 2017.

4 **Круглов, В. В., Борисов, В. В.:** «Искусственные нейронные сети. Теория и практика.» 1-е. – М. : Горячая линия – Телеком, 2001. – С. 382.

5 **Васильев, В. И., Ильясов, Б. Г.** Интеллектуальные системы управления. Теория и практика : Учебное пособие. – М. : Радиотехника, 2009.

Материал поступил в редакцию 06.02.19.

К. Т. Кошекoв¹, Н. И. Калантаевская², С. И. Латыпов³

Энергетикалық кешендегі нейрондық желілік технологиялар

^{1,2,3}Инженерлік және сандық технологиялар факультеті,

М. Қозыбаев атындағы

Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,

Петропавл қ, 150000, Қазақстан Республикасы.

Материал 06.02.19 баспаға түсті.

K. T. Koshekov¹, N. I. Kalantayevskaya², S. I. Latypov³

Neural network technologies in the energy complex

^{1,2,3}Faculty of Engineering and Digital Technology,

M. Kozybayev North Kazakhstan State University,

Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 06.02.19.

Мақала Қазақстанның энергетикалық саласының ағымдағы жағдайы мен даму перспективаларына арналған, энергетика желісінің қосарлас жұмысы арқылы энергетиканы цифрландыру және оның ақпараттық желісіне қызмет көрсету туралы айтылады. Нейрондық желіні оқытуға арналған білім базасы ретінде электр энергиясын бақылау мен өлшеудің автоматтандырылған жүйесі арқылы желінің мониторингінен алынған деректерді пайдалану ұсынылады. Электр энергиясын бақылау мен есепке алудың автоматтандырылған жүйесі торапқа мониторинг жүргізген кезде нейрондық желіні оқыту үшін білім базасы ретінде алынған деректерді пайдалану ұсынылады.

The article is devoted to the issues of the current state and prospects for the development of the energy sector in Kazakhstan, and the need for

digitalization of energy through the parallel operation of the energy network and the information network serving it. Options are proposed for the use of neural networks to predict the energy load for the purpose of further control of energy processes. As a knowledge base for teaching a neural network, it is proposed to use data obtained from network monitoring by an automated system for monitoring and metering of electrical energy.

Теруге 06.02.2019 ж. жіберілді. Басуға 26.02.2019 ж. қол қойылды.
Пішімі 70x100 $\frac{1}{16}$, Кітап-журнал қағазы.
Шартты баспа табағы 26,8. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Тапсырыс № 3374

Сдано в набор 06.02.2019 г. Подписано в печать 26.02.2019 г.
Формат 70x100 $\frac{1}{16}$, Бумага книжно-журнальная.
Услпеч.л. 26,8. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы
Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Заказ № 3374

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
e-mail: kereku@psu.kz
www.vestnik.psu.kz